ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

ОСНОВАННОЕ

заслуженнымъ профессоромъ П. А. Зиловымъ

И ИЗДАВАЕМОЕ

профессоромъ Г. Г. Де-Метцомъ.

1909 г. ТОМЪ 10. № 1.

СОДЕРЖАНІЕ.





КІЕВЪ.
Тип. С. В. Кульженко, Пушкинская ул., д. № 4.
1909.



ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1909 г. ТОМЪ 10. № 1.

Вопросъ о тяготѣніи.



В. Кремье[1]).

I. Современныя понятія.

Когда въ 1687 году Ньютонъ опубликовалъ законъ всемірнаго тяготѣнія, то въ ученомъ мірѣ мнѣнія раздѣлились. Одни, плѣненные простотою новаго закона, приняли его съ восторгомъ и увидѣли въ немъ законъ природы, предназначенный для того, чтобы все объяснить. Другіе, вполнѣ признавая фактическое значеніе этого закона, видѣли въ немъ только новый способъ выраженія явленій, причина которыхъ по прежнему оставалась необъяснимой!

И дѣйствительно, ученый міръ, состоявшій въ ту эпоху изъ весьма небольшого числа избранныхъ, былъ въ особенности поглощенъ вопросами о причинѣ явленій.

Декартовскіе вихри, объяснявшіе всемірную причину явленій при помощи тонкой матеріи (esprits subtils), распространенной повсюду, имѣли многочисленныхъ сторонниковъ; общее направленіе того времени выражалось въ томъ, что повсюду искали эти матеріи, или жидкости. Ученый міръ тогда не былъ склоненъ допускать существованіе руководящихъ началъ и тайныхъ силъ природы и въ субтильныхъ жидкостяхъ онъ видѣлъ только конкретный образъ причины явленій. Поэтому тяготѣніе, точное понятіе о которомъ далъ Ньютонъ, но о ко-

[1]) Le probléme de la gravitation, par M. V. Crémieu, Docteur ès sciences. Revue générale des Sciences, 1907, p. 7.

торомъ думалъ уже Кеплеръ и многіе другіе, не было понимаемо такъ, какъ оно понимается нынѣ.

Но когда было точно установлено, что все происходитъ такъ, какъ если бы тѣла, притягиваясь на разстояніи, слѣдовали закону Ньютона; когда небесная механика и всѣ отрасли науки сдѣлали громадные успѣхи, благодаря приложенію этого закона, то идея о притяженіи на разстояніи мало по малу сдѣлалась общепринятой.

Опыты Кавендиша, доказавшіе въ 1798 году непосредственное существованіе притягательной силы, очень сильно способствовали созданію новаго образа мыслей. Въ результатѣ понятіе о притяженіи на разстояніи сдѣлалось въ настоящее время основнымъ и стало выше всякаго исканія.

Можно даже сказать, что принципъ причинности раціональной механики въ приложеніи къ теоретической физикѣ не есть принципъ инерціи, опредѣляющій силу, но именно принципъ притяженія на разстояніи. И въ самомъ дѣлѣ, поищите и въ основѣ всѣхъ физическихъ теорій вы всегда найдете силу, вызванную притяженіемъ или отталкиваніемъ между большими или малыми массами.

Эволюція теоріи свѣта, съ этой точки зрѣнія, особенно поразительна. Волнообразныя движенія эѳира, распространяющіяся отъ одной сосѣдней точки къ другой, замѣнили собою эмиссію частицъ. А нынче дѣйствія на разстояніи между электронами стремятся замѣнить волнообразныя движенія. И замѣтимъ кстати, что отношеніе размѣровъ электроновъ къ раздѣляющимъ ихъ разстояніямъ такъ мало, что на самомъ дѣлѣ здѣсь можно предполагать дѣйствія на разстояніи, не имѣющія ничего общаго съ непосредственной передачею дѣйствій отъ одной сосѣдней точки къ другой.

Если подумать о единствѣ, представляемомъ физическими теоріями, то нельзя не радоваться этому образу мыслей. Принципъ сохраненія энергіи, будучи непосредственнымъ слѣдствіемъ принципа притяженія на разстояніи, безъ сомнѣнія, являлся вѣнцомъ системы. Игра незыблемыхъ силъ, такъ какъ онѣ незыблемы по своему происхожденію, можетъ вызвать только незыблемую сумму причинъ—энергію.

Есть, однако, одно мѣсто, гдѣ единство какъ бы прекращается. При изученіи теплоты наравнѣ съ принципомъ экви-

валентности, частнымъ случаемъ принципа сохраненія энергіи, встрѣчается экспериментальный принципъ Карно. Освобожденный отъ аналитической формы, въ которую его облекаютъ для его многочисленныхъ примѣненій, и которая, несомнѣнно, способствуетъ съуженію и затемненію его физическаго смысла, этотъ принципъ отвѣчаетъ слѣдующимъ экспериментальнымъ фактамъ. Тепловое явленіе характеризуется всегда измѣненіемъ температуры. Въ основѣ этого измѣненія лежитъ или прямое дѣйствіе солнца, или-же химическія, механическія, электрическія и др. дѣйствія. Извѣстно, что въ послѣднихъ случаяхъ существуетъ эквивалентное отношеніе между появившейся тепловой энергіей и исчезнувшими количествами той энергіи, превращеніемъ которой вызвано тепловое явленіе.

И вотъ экспериментальный фактъ, который Карно и Клаузіусъ воздвигнули въ принципъ, заключается въ томъ, что возникшая въ данной системѣ по какимъ бы то ни было причинамъ разница температуръ всегда выравнивается. Никогда не было обнаружено, чтобы состояніе системы, въ которую были введены разницы температуръ, представляло состояніе устойчиваго равновѣсія, ни чтобы равновѣсіе возстановилось отъ увеличенія введенной разницы температуръ, а это можно выразить слѣдующими словами: теплота переходитъ сама по себѣ отъ нагрѣтыхъ къ холоднымъ тѣламъ, но никогда и никоимъ образомъ не переходитъ сама по себѣ отъ холодныхъ къ нагрѣтымъ тѣламъ. Поэтому можно также сказать, что тепловое явленіе представляетъ „эволюцію" извѣстнаго количества теплоты, совершающуюся всегда въ одномъ и томъ же направленіи. Сверхъ того, существуетъ то, что называютъ увеличеніемъ энтропіи изолированной системы, и что доказывается посредствомъ принципа Карно. Вообразимъ себѣ систему, изолированную отъ остальнаго міра, съ однородною температурою t. Пусть въ опредѣленный моментъ какая либо внѣшняя мгновенная причина приводитъ въ эту систему количество энергіи W, которое обнаруживается переходомъ части системы отъ температуры t къ температурѣ $t' > t$. Такимъ образомъ, конечное количество теплоты перейдетъ отъ этой части системы на всю ея совокупность, гдѣ и распредѣлится равномѣрно. Система, будучи изолированной, должна быть въ то-же время и конечной, точно так-

же, какъ и ея теплоемкость; ея окончательная температура повысится до t'', и мы получимъ

$$t' > t'' > t.$$

Вообразимъ теперь, что тождественная причина опять приведетъ количество энергіи W, а эта послѣдняя, въ свою очередь освободитъ количество теплоты Q съ температурою t'. Количество Q распредѣлится на всю систему, температура которой повысилась уже до t''; такимъ образомъ, „высота паденія“ и, слѣдовательно, свободная энергія, заключенная въ количествѣ теплоты Q, уменьшится. Вотъ въ чемъ состоитъ необратимость тепловыхъ явленій, если по неволѣ прибѣгнуть къ неточному способу выраженія.

Можно было бы, мнѣ кажется, резюмировать все вышеизложенное, поставивъ слѣдующій принципъ причинности: когда теплота освобождается, то она всегда исчезаетъ, и причина этого исчезанія лежитъ въ паденіи теплоты, направленномъ отъ теплыхъ тѣлъ къ холоднымъ.

Извѣстно [1]), что выдающіеся математики, Клаузіусъ, Гельмгольцъ, Больцманъ, напрасно пытались привести къ общимъ уравненіямъ раціональной механики необратимыя явленія. Въ послѣднее время, развивая кинетическія теоріи примѣнительно къ теоріи электроновъ, пытались объяснить это несогласіе при помощи закона большихъ чиселъ.

Въ кинетическихъ теоріяхъ, гдѣ принципъ притяженія господствуетъ всевластно, основываютъ гипотезы не на фактахъ, а на ихъ вѣроятности. Эти гипотезы вѣроятности относятся къ движеніямъ чрезвычайно малыхъ частицъ въ сравненіи съ химическою молекулою, и число которыхъ чрезвычайно велико. Чувства физиковъ, очень грубыя по отношенію къ этимъ частицамъ, не воспринимаютъ отдѣльныхъ дѣйствій, и каждый моментъ регистрируютъ только нѣкоторое среднее дѣйствіе. Кажущійся ходъ явленія состоитъ въ сущности въ послѣдовательномъ теченіи этихъ среднихъ дѣйствій; и вотъ ихъ средняя, съ точки зрѣнія анализа, оказывается окончательно необратимой. Но элементарное дѣйствіе каждой средней было бы обратимо. Вѣ-

---

[1]) Poincaré. Thermodynamique. Chap. XVII.

роятность, чтобы наблюденная средняя совпала съ элементарнымъ дѣйствіемъ, безконечно мала. Вотъ почему мы наблюдаемъ всегда только необратимость.

Тѣмъ не менѣе, однако, при чрезвычайномъ стеченіи обстоятельствъ могло бы случиться, что мы хотя бы разъ да замѣтили обратимость. Вотъ почему одинъ изъ самыхъ выдающихся кинетиковъ писалъ, что не слѣдовало бы чрезмѣрно удивиться, если бы вдругъ поставленная на огонь вода замерзла на нашихъ глазахъ, вмѣсто того, чтобы закипѣть. Но не всѣ принимаютъ эту точку зрѣнія. Максвеллъ замѣтилъ, что кинетическія гипотезы сопряжены съ нѣкоторыми ограниченіями; Липпманъ [1]), опираясь на Максвелла, указалъ въ наглядной формѣ на слабыя стороны кинетическихъ гипотезъ. Онъ показалъ, что въ газѣ съ кинетическимъ строеніемъ, можно было бы посредствомъ видимыхъ глазу механизмовъ осуществить переносъ теплоты безъ затраты работы. Оказалось, что въ средѣ съ кинетическимъ строеніемъ частицы оставались бы безконечное время въ движеніи; а мы знаемъ, что въ дѣйствительныхъ средахъ наблюдается обратное, и это такъ вѣрно, что именно отсюда вывели общепринятое обобщеніе принципа Карно: принципъ деградаціи энергіи, который приложимъ даже къ явленіямъ чисто механическаго характера, наблюдаемымъ на поверхности земли. Разсмотримъ, въ самомъ дѣлѣ, паденіе тѣла, напр., скалистой массы, падающей съ вершины горы на дно долины. Паденіе это сначала влечетъ за собою деградацію энергіи вслѣдствіе тренія о воздухъ и удара о дно долины. Но происходитъ еще другое измѣненіе: послѣ паденія средній уровень дна подымается, а количество свободной энергіи, вызванной присутствіемъ на вершинѣ горы скалистой массы, по величинѣ равной первой, уменьшается. Такимъ образомъ, на всѣхъ ступеняхъ наблюдается несовмѣстимость между необратимостью явленій и обратимою причинностью, къ которой стараются ихъ привести механическія толкованія. Одни только астрономическія явленія представляютъ, повидимому, исключеніе.

И вотъ къ какой дилеммѣ мы приходимъ: или законъ большихъ чиселъ составляетъ законъ природы, или-же прин-

---

[1]) Congrès de Physique t. I. p. 546.

ципъ притяженія на разстояніи представляетъ только первое приближеніе.

Кроющаяся во всемъ этомъ совокупность причинъ ставитъ задачу о тяготѣніи на первое мѣсто среди современныхъ вопросовъ.

II. Два вида инерціи.

Но есть и новыя основанія, которыя вытекаютъ изъ развитія электрокинетическихъ теорій послѣдняго времени. Эти теоріи заставили насъ принять два совершенно различные вида инерціи: обыкновенную инерцію, которая зависитъ отъ массы движущихся тѣлъ, и электромагнитную инерцію, которая зависитъ отъ находящихся на этихъ тѣлахъ электрическихъ зарядовъ. Такимъ образомъ, вводится электромагнитная масса; она не подчиняется тяготѣнію, но зависитъ отъ скорости движенія. Изслѣдуя β-лучи радія, Кауфманнъ, повидимому, констатировалъ, что масса движущихся частичекъ, образующихъ эти лучи, чисто электромагнитнаго характера. Такимъ образомъ были изолированы другъ отъ друга два до сихъ поръ неразлучныя понятія: электрическій зарядъ и его вѣсомый носитель, а затѣмъ стали разсматривать кинетичную энергію, отвлекшись отъ неизмѣнной массы.

Кинетики со свойственнымъ имъ мастерствомъ въ искусствѣ созиданія гипотезъ сейчасъ обратили вниманіе на слѣдствія, вытекающія изъ этого факта, и поставили вопросъ, не представляетъ ли тяготѣніе массы, подобно увеличенію энтропіи, обманчивый призракъ, и отсюда они пришли къ неизбѣжному предположенію объ электромагнитномъ началѣ тяготѣнія. Эти гипотезы, равнымъ образомъ какъ и нѣкоторыя другія, непосредственно вытекающія изъ нихъ, наталкиваются, однако, на многочисленныя трудности. Онѣ приводятъ даже къ нелѣпостямъ.

Такъ, напримѣръ, въ кинетическихъ теоріяхъ постоянно примѣняютъ уравненія раціональной механики и въ частности теорему живыхъ силъ. Но во что обращаются эти уравненія, разъ масса зависитъ отъ скорости? во что они обращаются, разъ совсѣмъ нѣтъ и массы, въ общепринятомъ смыслѣ этого слова? Во что обращается понятіе объ энергіи системы, въ которой нѣтъ уже массы?

Какъ можно примѣнять къ этому новому понятію инерціи безъ тяготѣющей массы разсужденія, содержащіяся неявно въ основѣ всѣхъ уравненій механики, которыя имѣютъ точный смыслъ лишь при условіи, что инерція, а слѣдовательно кинетическая энергія, происходятъ отъ тяготѣющей массы? Впрочемъ, эти частицы съ чисто электромагнитной инерціей истекаютъ изъ вѣсомыхъ тѣлъ, и нѣкоторые авторы предполагаютъ даже, что эманація этихъ тѣлъ вновь превращается въ вѣсомыя тѣла. Такимъ образомъ какъ бы существуетъ періодъ, въ теченіе котораго тяготѣніе то исчезаетъ, то появляется вновь.

Нѣтъ сомнѣнія, что съ конечнымъ, хотя и большимъ, числомъ новыхъ гипотезъ кинетическая теорія обойдетъ препятствія. Но необходимо подойти къ вопросу съ другой стороны. Если-бы удалось пролить нѣкоторый свѣтъ на способъ, посредствомъ котораго притяженіе передается на разстояніе, то можно было бы, пожалуй, безъ накопленія гипотезъ найти ключъ къ рѣшенію нѣкоторыхъ изъ этихъ вопросовъ. Можно было бы, вѣроятно, вмѣсто принципа притяженія на разстояніи, первоисточника современныхъ затрудненій, поставить другой принципъ, находящійся въ большемъ согласіи съ дѣйствительностью и въ особенности съ экспериментальнымъ фактомъ необратимости.

Съ этою цѣлью можно прямо подвергнуть опытной провѣркѣ нѣкоторыя гипотезы, касающіяся способа передачи тяготѣнія на разстояніе, чѣмъ мы сейчасъ и займемся.

III. Тяготѣніе и опытъ.

Посмотримъ сначала, что мы знаемъ о тяготѣніи. Произведенные до сихъ поръ опыты состояли только въ опредѣленіи средней плотности земли и въ изученіи измѣненій ускоренія силы тяжести. Эти изслѣдованія, потребовавшія непрерывнаго усилія со стороны нѣсколькихъ поколѣній ученыхъ, представляютъ очень большія трудности. Что касается средней плотности земли, то она неизвѣстна даже съ точностью до одной тысячной. Другихъ опытовъ не было.

Теоретическія воззрѣнія на причину тяготѣнія могли бы послужить началомъ для экспериментальныхъ работъ, но они сводятся къ весьма немногому. Въ XVIII вѣкѣ вопросъ этотъ

разбирался въ многочисленныхъ сочиненіяхъ. Наиболѣе интересныя изъ нихъ были опубликованы, благодаря конкурсамъ, объявленнымъ на эту тему различными академіями. Въ 1720 г. Французская Академія также объявила конкурсъ на тему „о причинѣ тяготѣнія“. При распредѣленіи наградъ тогдашній президентъ Академіи, Монтескье, сдѣлалъ резюме представленныхъ мемуаровъ [1]). Разсужденіе врача Булье, удостоенное награды, интересно перечитать. Проникнувшись идеями Декарта, онъ приписываетъ тяготѣніе коническимъ вихрямъ эѳира. Онъ вычисляетъ даже скорость, которою должны обладать эти вихри. Эта работа очень любопытна, какъ документъ, передающій намъ воззрѣнія минувшей эпохи на тяготѣніе.

Всѣмъ извѣстна позднѣйшая теорія ультраміровыхъ тѣлецъ Лесажа и вполнѣ современная попытка Бьеркнесса. Ни въ одной изъ этихъ теорій нельзя почерпнуть идеи, доступной для экспериментальной провѣрки. Замѣтимъ только, что, несмотря на ихъ рѣдкость, теоретическія попытки разъясненія вопроса все-таки привлекали изслѣдователей, въ то время какъ никто изъ нихъ не обращался къ непосредственному опыту. Это происходило не только потому, что чрезвычайно малая величина обнаруживаемыхъ дѣйствій требуетъ замѣчательно тонкихъ опытовъ, но и оттого, что особенности свойствъ тяготѣнія, выступающія при непосредственномъ наблюденіи, парализуютъ полетъ самой смѣлой экспериментаторской фантазіи.

Ни одинъ изъ извѣстныхъ видовъ матеріи не ускользаетъ отъ дѣйствія тяготѣнія, а между тѣмъ эта форма всемірной энергіи ускользаетъ отъ всѣхъ дѣйствій, вліяющихъ на другія формы энергіи. Свѣтъ, напримѣръ, распространяется, отражается, преломляется, подвергается диффракціи; отъ него можно защититься экраномъ, его можно разложить. Тяготѣніе-же не задерживается, не отклоняется и не измѣняется ни однимъ изъ извѣстныхъ веществъ. Оно дѣйствуетъ на разстояніи, но повидимому не распространяется; а если и распространяется, то съ такою быстротой, о размѣрахъ и даже о порядкѣ которой мы имѣемъ самыя противорѣчивыя свѣдѣнія. Извѣстно, напримѣръ, что аномаліи въ теоріи нѣкоторыхъ планетъ заставляютъ приписывать этой скорости величины иногда порядка скорости свѣта, а иногда и въ милліонъ разъ большія.

[1]) Oeuvres posthumes de Montesqieu.

Во всякомъ случаѣ, не будучи въ состояніи противопоставить никакого экрана потоку тяготѣнія и не обладая никакимъ веществомъ, отражающимъ его, мы лишены возможности придумать прямой опытъ для измѣренія скорости этого проблематическаго распространенія. Экспериментальная аналогія, дающая такъ часто драгоцѣнныя указанія при изученіи физическихъ явленій, оставляетъ насъ въ случаѣ тяготѣнія въ такомъ же безпомощномъ состояніи, какъ и теоретическія попытки.

IV. Тяготѣніе и принципъ деградаціи энергіи.

Какъ было указано выше, интересъ, возбуждаемый въ настоящее время вопросомъ о тяготѣніи, отчасти зависитъ отъ несовмѣстимости двухъ принциповъ причинности. И вотъ эта несовмѣстимость, при отсутствіи другихъ указаній, можетъ служить исходной точкой для цѣлой серіи экспериментальныхъ изслѣдованій.

Если допустить a priori, что для естественныхъ явленій существуетъ только одинъ принципъ причинности, то нужно изслѣдовать, не представляетъ ли просто физическая причинность, выведенная изъ принципа притяженія, перваго приближенія, которое посредствомъ добавочныхъ членовъ могло бы быть приведено къ необратимой причинности, выраженной закономъ деградаціи энергіи, который вытекаетъ, какъ извѣстно, изъ принципа Карно.

Экспериментальный вопросъ сводится въ такомъ случаѣ къ изученію Ньютоновскаго притяженія въ условіяхъ, при которыхъ можно было бы судить, подвержено ли его дѣйствіе принципу деградаціи энергіи. Нѣсколько замѣчаній позволятъ намъ опредѣлить точнѣе характеръ этихъ опытовъ.

Явленія, происходящія въ вѣсомой матеріи, берутъ свое начало въ эволюціи присущаго этой матеріи извѣстнаго количества свободной энергіи опредѣленной формы, причемъ эта эволюція совершается всегда отъ нѣкотораго начальнаго уровня къ конечному, низшему уровню. И вотъ эта эволюція непремѣнно влечетъ за собою частичное превращеніе энергіи въ другую форму, а оно въ разсматриваемомъ явленіи вызываетъ деградацію энергіи. Напримѣръ, эволюція механической энергіи въ изолированной газообразной средѣ вызываетъ не только

реакцію упругихъ силъ, но, кромѣ того, и частичное превращеніе работы въ тепловую энергію. Дѣйствіе этого превращенія, прибавляясь къ упругой реакціи газа, противится разсматриваемой эволюціи. Окончательный результатъ состоитъ въ увеличеніи энтропіи системы, и заключенное въ ней количество свободной энергіи уменьшается. Кромѣ тяготѣнія, неизвѣстно ни одного явленія, въ которомъ выступала бы только одна форма энергіи.

V. Примѣненіе къ тяготѣнію нѣкоторыхъ гипотезъ, принятыхъ для объясненія другихъ явленій.

Послѣ этихъ предварительныхъ замѣчаній, мы предположимъ сначала, что тяготѣніе вызвано еще неизвѣстнымъ свойствомъ эѳира въ пустотѣ, той невѣсомой среды, которою физики были принуждены выполнить все пространство, и которая по ихъ представленіямъ проникаетъ всѣ тѣла.

Съ другой стороны, вообразимъ себѣ двухъ гипотетическихъ наблюдателей.

Одного, который жилъ бы до Архимеда и зналъ бы явленіе гидростатическаго давленія, но не зналъ бы его закона; ему было бы неизвѣстно Ньютоновское притяженіе и его законъ. Ему казалось бы тогда, что гидростатическое давленіе вызвано притяженіемъ погруженныхъ въ жидкость тѣлъ ея верхнимъ слоемъ; и онъ нашелъ бы, что нѣтъ такого экрана, который задерживалъ бы или измѣнялъ дѣйствіе этого кажущагося притяженія.

Другого, который жилъ бы послѣ Архимеда, но до Ньютона, и зналъ бы принципъ Архимеда, но которому Ньютоновское притяженіе было бы неизвѣстно. Онъ логически приписывалъ бы гидростатическое давленіе стремленію жидкости занять въ ущербъ всякой другой матеріи предоставленное ей пространство. Для этого наблюдателя давленіе было бы обусловлено свойствомъ, вызваннымъ въ каждой точкѣ присутствіемъ жидкости.

Мы находимся по отношенію къ экспериментальному факту и къ хорошо извѣстнымъ свойствамъ Ньютоновскаго притяженія, которое мы по нашей гипотезѣ приписываемъ неизвѣстному свойству эѳира, въ положеніи аналогичномъ положенію обоихъ нашихъ наблюдателей.

Поэтому мы можемъ ставить гипотезы аналогичныя тѣмъ, которыя ставили бы они, и допустить, что ньютоновское притяженіе вызвано стремленіемъ эѳира вытѣснить изъ своей среды всѣ неоднородныя съ нимъ тѣла; но такъ какъ эѳиръ занимаетъ все воображаемое пространство, то онъ можетъ только стремиться довести до минимума неоднородность, вызванную присутствіемъ разрозненныхъ частей матеріи, собирая ихъ вмѣстѣ. Вотъ къ чему сводится распространеніе на эѳиръ, какъ среду тяготѣнія, принципа деградаціи энергіи. Нужно вообразить, что вслѣдствіе начальной оріентировки міровой системы, образованной въ началѣ изъ хаоса эѳира и матеріи, система эта стремится къ конечному равновѣсію, которое будетъ достигнуто, когда эѳиръ соберетъ въ одну массу всѣ доселѣ разрозненныя части вѣсомой матеріи.

Такимъ образомъ можно привести ньютоновское тяготѣніе къ необратимой причинности. Понятіе о свободной энергіи тяготѣнія вытекаетъ отсюда немедленно. Для двухъ массъ m и m', на разстояніи r, способныхъ занять послѣ соединенія сферическій объемъ v радіуса a, она выразится черезъ

$$\frac{m\,m'}{r^2}\,(r-a).$$

Мы сейчасъ увидимъ, что допустимость этихъ гипотезъ, или скорѣе распространенія ихъ на тяготѣніе, можетъ быть подвергнута контролю опыта.

§ 1. Попытка найти превращеніе энергіи тяготѣнія. Во-первыхъ, эволюція въ средѣ эѳира даннаго количества энергіи тяготѣнія можетъ повлечь за собою частичное превращеніе, какъ это было указано выше.

Допустимъ, что двѣ неподвижныя массы находятся на конечномъ разстояніи другъ отъ друга. Въ тотъ моментъ, когда имъ предоставятъ свободу повиноваться взаимному тяготѣнію, произойдетъ превращеніе, дѣйствіе котораго прибавится къ дѣйствію инерціи обѣихъ массъ, и окажетъ сопротивленіе начинающейся эволюціи, т. е. измѣненію потока тяготѣнія, пронизывающаго эѳиръ отъ одной массы къ другой. Точно также, если одна изъ массъ будетъ вдругъ брошена съ большою скоростью, стремящеюся удалить ее отъ второй, въ моментъ импульса

возникнетъ увеличенiе притяженiя. Неподвижная масса должна будетъ такимъ образомъ обнаружить импульсъ, направленный въ сторону движенiя, сообщеннаго подвижной массѣ.

Опытъ этотъ былъ поставленъ нѣсколько лѣтъ тому назадъ въ слѣдующей формѣ. Подъ чашкою очень чувствительныхъ вѣсовъ [1]) былъ подвѣшенъ шаръ, уравновѣшенный разновѣсками. Приближая къ нему очень большую массу свинца, можно было получить отклоненiе въ нѣсколько миллиметровъ, обусловленное ньютоновскимъ притяженiемъ. Когда равновѣсiе было возстановлено, при помощи особаго приспособленiя громадная масса свинца вдругъ бросалась внизъ; приборы были установлены такъ, что не испытывали никакого сотрясенiя при паденiи свинцовой массы. Ожидался импульсъ шара, направленный въ сторону движенiя, сообщеннаго притягивающей массѣ, точно такой-же, какъ если бы произошло увеличенiе притяженiя въ тотъ моментъ, когда было сообщено ускоренiе сверху внизъ. Результатъ былъ отрицательный. Но измѣненiя дѣйствующаго потока тяготѣнiя были здѣсь слишкомъ слабы, а инерцiя вѣсовъ слишкомъ большая. Слѣдуетъ повторить эти опыты съ лучше приспособленными приборами.

§ 2. Измѣненiе свободной энергiи тяготѣнiя съ измѣненiемъ состоянiя матерiи. Высказанныя выше гипотезы помѣщаютъ энергiю тяготѣнiя внутри эѳира, вызывающаго тяготѣнiе. Такимъ образомъ нужно ожидать, какъ логичнаго слѣдствiя, что свободная энергiя тяготѣнiя будетъ измѣняться съ измѣненiемъ свойствъ эѳира, обусловленнаго сосуществованiемъ съ нимъ матерiи въ различныхъ состоянiяхъ.

Извѣстно, что газы не измѣняютъ замѣтнымъ образомъ электрическихъ и оптическихъ свойствъ эѳира; во всякомъ случаѣ измѣненiя эти не зависятъ отъ природы газа. Напротивъ, жидкости измѣняютъ свойства эѳира сильно и самымъ различнымъ образомъ, въ зависимости отъ ихъ природы. Слѣдуетъ поэтому ожидать, что законы тяготѣнiя измѣнятся, если ихъ изслѣдовать внутри жидкостей, не смотря на то, что послѣднiя не представляютъ собою экрана для ньютоновскихъ силъ.

---

[1]) Вѣсы описаны въ Journal de Physique, Iюль 1902 г.

Однако, принципъ Архимеда немедленно обнаруживаетъ слабую сторону постановки вопроса. При совмѣщеніи явленія тяготѣнія съ принципомъ Паскаля законъ Архимеда принимаетъ слѣдующую форму: жидкости передаютъ давленіе, возникающее отъ ихъ тяжести, во всѣхъ точкахъ своей массы; тѣла, погруженныя въ эту массу, подвергаются разности этого давленія и прямого дѣйствія на нихъ силы тяжести.

Но всѣмъ извѣстные опыты подтверждаютъ принципъ Архимеда. Въ особенности, плотности твердыхъ тѣлъ, ибо если ихъ опредѣлять съ одной стороны посредствомъ пикнометра, а съ другой — посредствомъ гидростатическихъ вѣсовъ, то результаты сходятся, по крайней мѣрѣ, до одной десятитысячной.

Поэтому можетъ казаться, что тяготѣніе, если остановиться на точности одной десятитысячной, повинуется одинаковымъ законамъ въ пустотѣ, газахъ и жидкостяхъ; а такъ какъ въ опытахъ съ тяготѣніемъ нельзя надѣяться достигнуть большей точности, чѣмъ одна тысячная, то нѣтъ никакого основанія продолжать изслѣдованія въ этомъ направленіи.

Въ сущности, возраженіе это не можетъ противостоять анализу, сдѣланному на основаніи руководящихъ нами гипотезъ. Въ случаѣ тяжести эѳиръ подверженъ практически однородному гравитаціонному полю. Въ опытѣ съ тяготѣніемъ, напротивъ, мы имѣемъ дѣло съ массами безконечно малыми въ сравненіи съ массою земли; ихъ раздѣляетъ весьма сильно сходящееся гравитаціонное поле; состояніе подверженнаго этому полю эѳира значительно уклоняется отъ его состоянія въ однородномъ полѣ; если прибавить къ этому измѣненію очень большое измѣненіе свойствъ эѳира, обусловленное присутствіемъ жидкости, то возможно ожидать, что величина результирующаго измѣненія превзойдетъ степень приближенія опыта и, слѣдовательно, станетъ доступной наблюденію.

Если-бы совпаденіе величинъ плотностей твердыхъ тѣлъ, опредѣленныхъ на основаніи обоихъ приведенныхъ методовъ, было совершеннымъ, то можно было-бы предвидѣть, что искомое измѣненіе обратилось бы въ нуль; но это совершенное совпаденіе еще не доказано; а достаточно самой незначительной разницы, чтобы при коренныхъ измѣненіяхъ условій опыта можно было ожидать ея увеличенія.

Вотъ два опыта, которые были предприняты съ этою цѣлью.

1. Опыты съ жидкими каплями. Можно получить несмѣшивающіяся жидкости одинаковыхъ плотностей. Напротивъ, тепловыя, электрическія и оптическія свойства такихъ жидкостей, а слѣдовательно, и состояніе сосуществующаго съ ними эѳира, могутъ быть весьма различны. Вообразимъ себѣ большую массу жидкости A, внутри которой мы помѣщаемъ двѣ капли жидкости B, одинаковой плотности съ жидкостью A и не смѣшивающихся съ нею. На основаніи принципа Архимеда и теоріи ньютоновскаго потенціала, капли B находятся въ безразличномъ равновѣсіи. Напротивъ, если мы будемъ разсматривать свободную энергію тяготѣнія эѳира, сосуществующаго съ жидкостью A, мы замѣтимъ, что она не исчезаетъ. Для этого эѳира, въ самомъ дѣлѣ, капли B, въ которыхъ состояніе эѳира совсѣмъ другое, представляютъ разнородность, которую, по гипотезѣ, онъ будетъ стремиться довести до минимума. Въ этомъ случаѣ капли не будутъ уже въ равновѣсіи; онѣ будутъ стремиться къ полному сліянію въ одну каплю, и тогда минимумъ будетъ достигнутъ.

Этотъ очень тонкій опытъ былъ осуществленъ нѣсколько лѣтъ тому назадъ. Подробности можно найти въ другомъ мѣстѣ [1]). Результатъ былъ положительный. Капли прованскаго масла, погруженныя въ смѣсь спирта съ водою, медленно приближались и траекторіи ихъ движенія совпадали довольно хорошо съ предложеннымъ здѣсь толкованіемъ. Во всякомъ случаѣ, опыты эти только качественные и къ нимъ пока нельзя приложить измѣрительныхъ пріемовъ. Удача послужила только поощреніемъ къ производству болѣе трудныхъ опытовъ надъ измѣреніемъ дѣйствій тяготѣнія внутри жидкостей.

2. Опытъ измѣренія ньютоновскаго притяженія внутри жидкостей. Сообразно съ распространенными взглядами, если повторить опытъ Кавендиша въ воздухѣ, а затѣмъ въ жидкости, не измѣняя при этомъ ничего въ его условіяхъ, то въ жидкости отклоненія должны быть слабѣе, чѣмъ въ воздухѣ; если черезъ d обозначить плотность притягиваемаго тѣла, а черезъ d' плотность жидкости, то отклоненія уменьшатся въ отношеніи

$$\frac{d-d'}{d}.$$

---

[1]) Comptes rendus 140. p. 80 (1905) и Journal de Physique (4) 5. p. 25.

Напротивъ, на основаніи предъидущихъ соображеній и результатовъ опыта съ жидкими каплями, кромѣ гидростатическаго давленія, появится еще членъ съ обратнымъ ему знакомъ, который будетъ функціей состоянія эѳира внутри жидкости и внутри погруженныхъ тѣлъ.

Если черезъ δ обозначить наблюденное отклоненіе въ воздухѣ, то отклоненіе, вычисленное на основаніи современныхъ понятій, должно бы быть

$$\delta \times \frac{d-d'}{d}.$$

На основаніи вышеизложенныхъ гипотезъ оно должно быть больше.

Въ этомъ направленіи опыты велись мною непрерывно въ продолженіе послѣднихъ пяти лѣтъ. Три года пришлось мнѣ потратить на надлежащую установку приборовъ и на ихъ приспособленіе. Въ теченіе послѣднихъ двухъ лѣтъ были уже произведены серіи довольно многочисленныхъ наблюденій. Всѣ они, безъ исключенія, указываютъ на то, что сила, измѣренная внутри воды, больше силы, предвидѣнной на основаніи теоріи притяженія на разстояніи и принципа Архимеда. Отклоненія были порядка $^1/_8$ въ 1905 и $^1/_{12}$ въ 1906 году. Разница между подвижными шарами, примѣненными въ этихъ двухъ серіяхъ опытовъ, объясняетъ разницу отклоненій, наблюденныхъ мною въ 1905 и въ 1906 г.г.

Въ спеціальныхъ журналахъ помѣщены подробности, касающіяся уже выполненныхъ опытовъ [1]).

Раньше, чѣмъ приступить къ выводамъ, слѣдуетъ замѣтить, что опыты эти чрезвычайно трудны. Они требуютъ спеціальной установки, очень совершенной механической устойчивости, дорогихъ и тонкихъ приборовъ. Въ полной мѣрѣ нельзя удовлетворить всѣмъ этимъ требованіямъ, и отъ этого страдаетъ убѣдительность достигнутыхъ результатовъ. Но кромѣ извѣстныхъ причинъ погрѣшностей, которыя можно въ концѣ концовъ устранить, существуютъ, безъ сомнѣнія, еще и неизвѣстныя; онѣ тѣмъ опаснѣе, что мы имѣемъ дѣло съ силами, достигающими въ самыхъ благопріятныхъ условіяхъ, всего нѣсколькихъ сотыхъ дины.

---

[1]) Comptes rendus 153. p. 887 (1906) и Journal de Physique. loc. cit.

Поэтому въ виду ограниченій, вытекающихъ изъ вышеизложеннаго, мы выведемъ только слѣдующее временное заключеніе: въ водѣ, въ сильно сходящихся гравитаціонныхъ поляхъ, твердыя тѣла подвержены, повидимому, чему-то большему, чѣмъ разность между гидростатическимъ давленіемъ и силою тяготѣнія.

Каково бы ни было значеніе полученныхъ результатовъ, мы можемъ сказать въ заключеніе, что экспериментальное изученіе тяготѣнія, такъ долго парализованное, могло бы, пожалуй, пойти по новому пути, благодаря приложенію установленныхъ принциповъ и принятыхъ въ другихъ областяхъ физики гипотезъ, плодотворность которыхъ уже засвидѣтельствована многочисленными открытіями.

Парижъ.

Сорбонна.

Анодные лучи.

О. Рейхенгейма[1]).

Если разсматривать газовый зарядъ обыкновенной Гейслеровской трубки, то, повидимому, катодъ оказываетъ гораздо большее дѣйствіе на разрядъ, чѣмъ анодъ. Катодное паденіе потенціала, которое послѣдній испытываетъ на границѣ катодъ-газъ; пространство съ постепеннымъ разрѣженіемъ газа вокругъ катода; лучи, испускаемые катодомъ при высокомъ разрѣженіи (катодные лучи); —вотъ тѣ явленія, которыя привлекаютъ вниманіе и которыя богаты изслѣдованіями.

Отъ катода исходятъ также канальные лучи, открытые Гольдштейномъ въ 1889 году; такъ какъ эти лучи несутъ съ собою положительный зарядъ, то источникомъ ихъ часто считали анодъ. Такимъ образомъ можетъ казаться, что анодъ не принимаетъ сколько-нибудь значительнаго участія въ явленіяхъ разряда. Однако, все-таки существуетъ извѣстная параллель между анодомъ и катодомъ. Такъ, анодъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ обладаетъ тоже своимъ темнымъ пространствомъ, но между этимъ явленіемъ у анода и у катода есть количественная разница. При высокомъ разрѣженіи, катодное темное пространство можетъ достигать нѣсколькихъ сантиметровъ, въ то время, какъ соотвѣтственное анодное пространство никогда не превышаетъ одного миллиметра. Равнымъ образомъ и у анода мы замѣчаемъ паденіе потенціала, но въ то время, какъ у катода паденіе можетъ достигнуть нѣсколькихъ тысячъ вольтъ, у нормальнаго анода оно не больше 20—30 вольтъ.

---

[1]) Лекція, прочитанная во Французскомъ Физическомъ Обществѣ 23 апрѣля 1908 г. Bulletin des Séances de la Société française de Physique. 1-er Fasc. 1908.

Въ виду этой аналогіи явленій Герке и я задались цѣлью изслѣдовать, не можетъ-ли въ соотвѣтственныхъ условіяхъ анодъ сдѣлаться тоже источникомъ радіацій и испускать положительные іоны. Многочисленные опыты, предпринятые для открытія этой гипотетической радіаціи и состоявшіе въ видоизмѣненіи формы, положенія и матеріала анода, вначалѣ не дали никакихъ результатовъ, и только счастливый случай направилъ насъ на вѣрный путь. Въ трубкѣ, заключавшей катодъ Венельта, находилась платиновая проволока около 3 сантиметровъ длины, служившая анодомъ. Послѣ соединенія этой трубки съ источникомъ потенціала въ 100 вольтъ, къ нашему удивленію, появились вполнѣ отчетливые лучи желтоватаго цвѣта, и ихъ источникомъ служила малая свѣтящаяся точка анода. Очень сильные вначалѣ, лучи эти стали быстро меркнуть и черезъ нѣсколько секундъ исчезли совсѣмъ. Изслѣдованіе показало, что они происходили отъ слѣдовъ буры, оставшейся случайно на поверхности платиновой проволоки, которая была припаяна къ мѣдной проволокѣ, приводящей токъ. Хорошо очищенный платиновый анодъ не давалъ этого явленія, но какъ только его приводили въ соприкосновеніе съ бурою или поваренною солью, то немедленно появлялись желтоватые лучи большей силы.

Этотъ первый опытъ указалъ намъ настоящій путь для послѣдующихъ изслѣдованій, и вскорѣ мы установили, что, кромѣ буры и поваренной соли, цѣлый рядъ другихъ солей, напр. хлористый литій, углекислый литій, хлористый калій, углекислый калій, хлористый рубидій, хлористый цезій, хлористый кальцій, хлористый барій, однимъ словомъ, всѣ легкоплавкія соли, электролитически диссоціированныя въ расплавленномъ состояніи, активируютъ анодъ. Не удивительно поэтому, что всѣ щелочно-земельныя окиси, дѣятельность которыхъ въ катодѣ Венельта носитъ совсѣмъ спеціальный характеръ [1]), и которыя не диссоціированы даже при высокой температурѣ, оказались недѣятельными въ качествѣ анода.

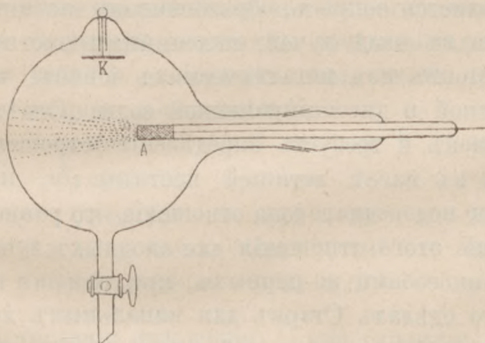
Съ вышеуказанными солями получаются свѣтовыя явленія, исходящія отъ анода и обнаруживающія спектральныя линіи соотвѣтственнаго металла. Въ виду этого нужно было вначалѣ приступить къ подробному изслѣдованію природы этой ра-

---

[1]) См. Физич. Обозрѣніе № 4, стр. 223 (1908).

діаціи. Во всякомъ случаѣ, лучи эти, какъ происходящіе, очевидно, отъ слабаго потенціала, трудно поддавались изученію вслѣдствіе ихъ, по всей вѣроятности, незначительной скорости распространенія и сильнаго поглощенія. Посредствомъ Фарадеевской клѣтки, гдѣ собирались лучи, можно было доказать ихъ положительный электрическій зарядъ, но не было возможности измѣрить ихъ магнитнаго и электрическаго отклоненія, посредствомъ которыхъ вычисляютъ величину и скорость свѣтящихся частицъ. Мы не будемъ упоминать о различныхъ приспособленіяхъ, которыя мы пытались примѣнять для полученія быстрыхъ лучей, а остановимся на приборѣ, который у насъ нынѣ въ ходу.

Буква *К* фиг. 1-й обозначаетъ катодъ, образованный изъ алюминіеваго диска; анодъ *А* состоитъ изъ стержня соли, корый окруженъ стеклянной трубкой, и къ которому токъ приво-



Фиг. 1.

дится посредствомъ мѣдной проволоки, лежащей внутри трубки. Стеклянная трубка имѣетъ отъ 2 до 3 миллиметровъ въ діаметрѣ. Самымъ подходящимъ матеріаломъ для приготовленія анода можетъ служить смѣсь одной изъ вышеприведенныхъ солей, напр., бромистаго литія, іодистаго натрія, іодистаго литія, съ порошкообразнымъ графитомъ; эта смѣсь сплавляется вмѣстѣ. Іодистыя соли подходятъ лучше всего не только потому, что ихъ точка плавленія лежитъ выше, но еще и вслѣдствіе другой причины, на которую мы укажемъ позже.

При соотвѣтственномъ разрѣженіи трубки и при прохожденіи черезъ нея разряда, анодъ изъ іодистаго литія даетъ иглообразные лучи свѣтлокраснаго цвѣта; въ спектроскопѣ эти

лучи даютъ линіи литія, а въ точкахъ соприкосновенія со стекломъ вызываютъ красно-желтую флуоресценцію. Соли натрія даютъ желтые лучи, соли калія — зеленые, соли стронція — синіе.

Странно, что у этихъ анодовъ анодное паденіе потенціала достигаетъ нѣсколькихъ тысячъ вольтъ и такимъ образомъ часто значительно превышаетъ катодное паденіе потенціала; причина этой большей разности потенціала объясняется отчасти на основаніи опытовъ, приведенныхъ въ концѣ этого доклада. Лучи эти, благодаря ихъ большей скорости, поддаются изслѣдованію гораздо лучше, чѣмъ прежніе. Опыты показали намъ, что они перпендикулярны къ поверхности испускающаго ихъ анода; что тѣла, поставленныя на ихъ пути, бросаютъ отчетливыя тѣни; что въ точкѣ удара они производятъ характерную флуоресценцію и что они отклоняются магнитнымъ и электрическимъ полемъ въ направленіи положительно заряженныхъ лучей.

Теперь является вопросъ, образованы-ли частицы, выбрасываемыя анодомъ въ видѣ лучей, маленькими частицами солей, или-же онѣ состоятъ изъ металлическихъ іоновъ, исходящихъ изъ расплавленной и диссоціированной соли. Отвѣтъ на этотъ вопросъ возможенъ и требуетъ опредѣленія отношенія электрическаго заряда къ массѣ летящей частицы ε/μ, причемъ мы знаемъ, что для водороднаго іона отношеніе это равно $9{,}5 \times 10^3$.

Опредѣленіе этого отношенія для анодныхъ лучей было произведено двумя способами: во-первыхъ, при помощи явленія Допплера, какъ это сдѣлалъ Старкъ для канальныхъ лучей.

При наблюденіи спектральной линіи пучка анодныхъ лучей, движущихся въ направленіи щели спектроскопа, замѣчаютъ двѣ линіи вмѣсто одной, которую обыкновенно наблюдаютъ: первую „покоющуюся интенсивность" (intensité reposante), какъ ее называетъ Старкъ, а за нею въ направленіи убывающихъ длинъ волнъ, довольно широкое темное пространство, отдѣляющее первую линію отъ второй, т. н. „движущейся интенсивности" (intensité mouvementée), образованной свѣтлымъ пространствомъ, отчетливо ограниченнымъ съ внѣшней стороны и расплывчато съ внутренней. Если сдѣлать фотографическій снимокъ явленія Допплера, опредѣлить величину расщепленія линій и измѣрить посредствомъ зонда, помѣщеннаго по близости анода, анодное паденіе потенціала, то тогда можно вычислить отношеніе ε/μ и скорость лучей v.

Пользуясь лучами натрія, мы вычислили, что для нихъ, при наблюденномъ анодномъ паденіи потенціала въ 2200 вольтъ, скорость наиболѣе быстрыхъ лучей равна

$$v = 1{,}4 \times 10^7 \frac{\text{см.}}{\text{сек.}}$$

и что

$$\left(\frac{\varepsilon}{\mu}\right)_{Na} = 0{,}45 \times 10^3.$$

Принимая въ разсчетъ выше приведенную величину для водороднаго іона, получаемъ:

$$\frac{\mu_{Na}}{\mu_H} = \left(\frac{\varepsilon}{\mu}\right)_H : \left(\frac{\varepsilon}{\mu}\right)_{Na} = 21,$$

что очень близко отвѣчаетъ атомному вѣсу натрія.

Второй методъ опредѣленія ε/μ и v состоялъ въ измѣреніи съ одной стороны отклоненія лучей въ магнитномъ полѣ извѣстной силы, а съ другой—величины аноднаго паденія потенціала. Приведенная таблица заключаетъ полученные результаты для лучей литія, натрія и стронція.

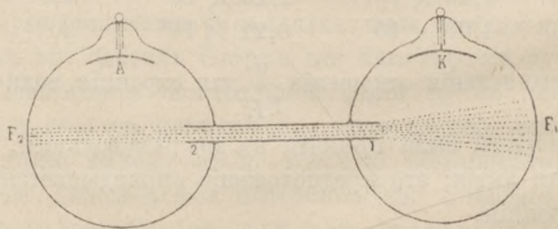
Элементъ.	$v \frac{\text{см.}}{\text{сек.}}$	$\frac{\varepsilon}{\mu}$	$\frac{\mu}{\mu_H}$	Атомный вѣсъ.
Натрій . . .	$1{,}76 \times 10^7$	$0{,}40 \times 10^3$	23	23
Литій	$2{,}40 \times 10^7$	$1{,}15 \times 10^3$	8,3	7
Стронцій . .	$1{,}08 \times 10^7$	$0{,}21 \times 10^3$	90	88

При вычисленіи отношенія $\frac{\mu}{\mu_H}$ для стронція, величина заряда ε его частицы была принята въ два раза большей, чѣмъ для натрія и для литія; это предположеніе оправдывается бивалентностью стронція.

Какъ видно изъ этой таблицы, опредѣленныя приведеннымъ способомъ величины $\frac{\mu}{\mu_H}$ очень близко подходятъ къ атомнымъ вѣсамъ, найденнымъ другими способами. Такимъ образомъ мы въ правѣ допустить, что эти анодные лучи образованы положительными металлическими іонами, скорость которыхъ обусловлена ихъ прохожденіемъ сквозь область аноднаго паденія потенціала.

Теперь является второй важный вопросъ: какова причина столь высокаго паденія потенціала, сравнительно съ нормальнымъ аноднымъ паденіемъ потенціала? Частичнымъ рѣшеніемъ этого вопроса мы тоже обязаны случайному наблюденію. Однажды мы замѣтили, что въ трубкѣ, заключавшей нѣсколько активныхъ стержней соли, интенсивные лучи испускались тоже анодомъ, на которомъ не было даже слѣдовъ соли; этотъ анодъ состоялъ изъ мѣдной проволоки, окруженной открытою стеклянною трубкою, и заканчивался внутри трубки, на разстояніи 1,5 сантиметра отъ ея отверстія. Повидимому эти анодные лучи не происходили отъ слѣдовъ соли, которые могли-бы собраться на проволокѣ путемъ перегонки съ сосѣднихъ соляныхъ стержней; и въ самомъ дѣлѣ, лучи эти образовывались не на самой проволокѣ, а на оконечности стеклянной трубки. Они не обнаруживали спектральныхъ линій соотвѣтственныхъ металловъ, а только главнымъ образомъ линіи водорода. Очевидно, что мы здѣсь имѣли дѣло со стрикціонными лучами, т. е съ лучами, берущими свое начало въ мѣстѣ съуженія пути, по которому слѣдуетъ токъ въ газѣ.

Чтобы изслѣдовать эти лучи независимо отъ дѣйствія самого анода, мы приступили къ ихъ изученію въ трубкахъ, изображенныхъ на фиг. 2-й.



Фиг. 2.

Если послѣ наполненія такой трубки водородомъ произвести въ ней разрѣженіе, то въ ней при прохожденіи тока появляются не только катодные лучи, исходящіе изъ катода, но также стрикціонные катодные лучи, берущіе свое начало въ трубкѣ, соединяющей оба шара, со стороны анода; это общеизвѣстное явленіе. Во всякомъ случаѣ здѣсь нельзя открыть ни одного положительнаго луча; но если ввести въ трубку

слѣды паровъ іода, то положительные стрикціонные лучи сейчасъ образуются. Пусть въ фиг. 2-й A будетъ анодомъ, а K—катодомъ; лучи эти исходятъ изъ мѣста соединенія шара съ трубкою 1, въ спектроскопѣ они показываютъ линіи водорода и вызываютъ при соотвѣтственномъ разрѣженіи на стѣнкѣ одного шарика въ F_1 флуоресценцію, характерную для положительныхъ лучей; въ концѣ трубки 2 образуются „стрикціонные катодные лучи“, вызывающіе на стѣнкѣ другого шарика въ F_2 зеленую флуоресценцію. Этотъ опытъ ясно доказываетъ, что образованію стрикціонныхъ лучей въ высшей степени благопріятствуетъ присутствіе ничтожныхъ количествъ іода. Во время нашихъ опытовъ было замѣчено, что кромѣ іода, другіе галоиды и ихъ соединенія, напр. бромъ, хлоръ, бромистый, іодистый и хлористый водородъ—также вызываютъ образованіе анодныхъ стрикціонныхъ лучей. Однако, опыты въ парахъ іода были самые удачные. Этимъ именно и объясняется вышеприведенное явленіе, согласно которому іодиды являются наиболѣе подходящими солями для производства анодныхъ лучей. Опыты показали дальше, что въ присутствіи только что приведенныхъ тѣлъ не только водородъ, но кислородъ и гелій обладали способностью производить лучи, въ то время, какъ съ азотомъ всѣ опыты были неудачны.

Лучи кислорода обладаютъ сѣрымъ цвѣтомъ, цвѣтъ лучей гелія мѣняется отъ зеленоватаго до красноватаго въ различныхъ частяхъ лучей.

Посредствомъ зондовъ, введенныхъ въ соотвѣтственныя мѣста трубки, было обнаружено, что въ мѣстѣ соединенія трубки съ шаромъ 1 паденіе потенціала высокое и можетъ достигнуть 2000 вольтъ и больше въ то время, какъ въ остальныхъ мѣстахъ соединительной трубки потенціальный градіентъ весьма незначителенъ. Такимъ образомъ, какъ катодные, такъ и анодные стрикціонные лучи, берутъ свое начало въ мѣстѣ соединенія 1. Въ этихъ трубкахъ, въ присутствіи водорода и іода, анодъ обнаруживаетъ тоже очень высокое паденіе потенціала, и при достаточно малой анодной поверхности ее можно заставить испускать анодные лучи водорода. Такимъ образомъ передъ нами случай испусканія положительныхъ лучей металлическимъ, напр. алюминіевымъ, анодомъ при обыкновенной температурѣ.

Изъ вышеприведенныхъ опытовъ слѣдуетъ, что іодъ и другіе галоиды и ихъ соединенія играютъ важную роль какъ при образованіи анодныхъ лучей, такъ и при образованіи стрикціонныхъ анодныхъ лучей. Въ настоящее время нельзя еще съ увѣренностью выяснить весь механизмъ этихъ явленій.

Спектры анодныхъ лучей очень простого характера. Лучи натрія показываютъ, напр., въ спектроскопѣ линіи *D*, лучи литія—красныя, оранжевыя и синія линіи. Неопубликованные еще опыты, которые я произвелъ со щелочно-земельными солями, дали мнѣ очень простые спектры въ сравненіи съ тѣми, которые получаются посредствомъ искры и дуги. Такъ, напр., въ спектрѣ анодныхъ лучей стронція находятся сверхъ главной линіи 4608 только двѣ изолированныя пары 4216, 4078, 4306, 4162, обладающія одинаковою разницею колебаній и состоящія, какъ это показали Рунге и Прехтъ, въ тѣсной связи съ атомнымъ вѣсомъ стронція. Аналогичныя особенности наблюдаются также съ кальціемъ и баріемъ; лучи кальція—фіолетовые, барія - синіе.

Кромѣ этихъ лучей, образованныхъ металлическими іонами, можно получить иногда,—съ анодами изъ кальція и барія, въ особенности если они свѣже-приготовлены и заключаютъ еще значительное количество воды,—лучи болѣе красноватой окраски, дающіе въ спектроскопѣ серію красныхъ полосъ, приписываемыхъ обыкновенно окиси. Но пока нельзя еще утверждать, въ самомъ-ли дѣлѣ эти лучи образованы частицами металлической окиси. Во всякомъ случаѣ, въ катодныхъ лучахъ мы имѣемъ средство для опредѣленія носителей различныхъ спектральныхъ линій.

Цвѣтная фотографія.

Э. Ротэ[1]).

Я уже въ теченіе трехъ лѣтъ занимаюсь цвѣтною фотографіей по интерференціонному способу академика Г. Липпманна[2]) и на этотъ разъ выставилъ во Французскомъ Физическомъ Обществѣ снимки съ интерференціонными полосами, которыя мнѣ удалось получить и которыя проливаютъ новый свѣтъ на теорію и на практику этого вопроса.

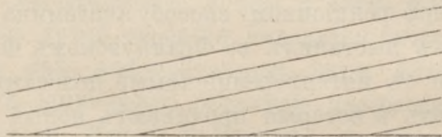
Когда приходится разсматривать въ отраженномъ свѣтѣ со стороны стекла интерференціонную фотографію спектра, освѣтивъ ее бѣлымъ свѣтомъ, то можно замѣтить особыя цвѣтныя полосы, которыя бороздятъ весь спектръ отъ краснаго его конца до фіолетоваго. Если свѣточувствительная эмульсія была налита на стеклянную пластинку въ строго горизонтальномъ положеніи, то полосы расположены почти строго параллельно спектральнымъ линіямъ. Напротивъ того, если чувствительный слой не вездѣ одинаково толстъ, то эти полосы въ большей или меньшей мѣрѣ наклоняются къ спектральнымъ линіямъ. Цвѣтныя полосы окрашены въ фіолетовый цвѣтъ у краснаго конца спектра и въ красный у его фіолетоваго конца. Онѣ наблюдаются очень легко на снимкахъ, сдѣланныхъ по способу Липпманна, но безъ ртутнаго зеркала, такъ какъ эти послѣдніе менѣе ярки, чѣмъ оригинальные снимки Липпманна.

1. Цвѣтныя полосы производятся стоячими волнами. Разсмотримъ сначала прозрачную чувствительную пластинку, на которую падаетъ со стороны стекла параллельный пучекъ монохроматическаго свѣта длины волны λ. Допустимъ, что эмульсія настолько чувствительна, а толщина желатины на-

[1]) Доложено 2 Съѣзду русскихъ дѣятелей по фотографіи въ Кіевѣ, 29 декабря 1908 г.

[2]) См. Физическое Обозрѣніе 1905 г., стр. 51.

столько мала, что Ценкеровскія серебряныя пленки, отстоящія другъ отъ друга на $\frac{\lambda}{2}$, образуются во всей толщинѣ слоя отъ его поверхности до стекла. Если поверхность эмульсіи строго параллельна поверхности стекла, то въ отраженномъ свѣтѣ со стороны стекла замѣчается однообразная окраска, обусловливаемая совокупностью всѣхъ пленокъ Ценкера и добавочнымъ свѣтомъ, который отражается тонкимъ слоемъ, лежащимъ между поверхностью стекла и послѣднею серебряною пленкою.



Фиг. 1.

Въ дѣйствительности это бываетъ крайне рѣдко, потому что поверхность эмульсіи никогда не бываетъ строго параллельна поверхности стекла, а пленки Ценкера встрѣчаютъ ее, какъ показано на фиг. 1-й, подъ нѣкоторымъ угломъ. Разсмотрѣвъ нормальное сѣченіе снимка, легко замѣтить, что въ этомъ случаѣ пленки пересѣкаютъ плоскость стекла во многихъ точкахъ. Въ каждой точкѣ встрѣчи пленки и стекла толщина слоя равна кратному отъ $\lambda/2$, и свѣтъ съ этою длиною волны λ свѣтится въ этихъ мѣстахъ съ максимальною яркостью. Между двумя подобными точками встрѣчи яркость уменьшается, потому что между стекломъ и серебряною пленкою есть уголъ, въ которомъ толщина желатины мѣняется отъ 0 до $\lambda/2$, вслѣдствіе чего часть свѣта гаснетъ. Когда снимокъ разсматривать въ отраженномъ свѣтѣ, съ длиною волны λ, то онъ кажется покрытымъ попеременно свѣтлыми и темными полосами въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ на пластинку дѣйствовалъ свѣтъ; внѣ этой области полосы также видны, но онѣ болѣе блѣдны. Эти полосы зависятъ отъ поверхностей уровня, которыя приняла въ различныхъ мѣстахъ эмульсія въ моментъ своего отвердѣванія на поверхности стекла.

Въ бѣломъ свѣтѣ полосы окаймлены со стороны угла цвѣтами меньшей длины волны, чѣмъ λ. Если пленки Ценкера не

заполняютъ всей толщины желатины эмульсіи, то можно замѣтить, что между послѣдней серебряною пленкою и стекломъ существуетъ желатиновый уголъ, въ которомъ полосы окаймлены въ фіолетовый цвѣтъ у вершины угла и въ красный у противоположной стороны. Въ этихъ цвѣтныхъ полосахъ наибольшею яркостью обладаютъ лучи длины волны λ, отраженные совокупностью всѣхъ серебряныхъ пленокъ. Всѣ эти явленія можно легко наблюдать, если освѣтить натріевымъ пламенемъ отверстіе, помѣщенное въ фокусѣ ахроматической чечевицы, а прозрачную чувствительную пластинку въ фокальной плоскости другой чечевицы. Полосы тѣмъ чаще, чѣмъ больше уголъ между поверхностью стекла и поверхностью желатины. Мнѣ удалось приготовить чувствительныя пластинки различной толщины; въ этомъ случаѣ полосы лежатъ тѣмъ ближе другъ къ другу, чѣмъ слой желатины больше. Описываемый мною способъ годится такимъ образомъ для того, чтобы фотографически опредѣлить кривыя поверхностей уровня на желатиновой пленкѣ.

Предположимъ теперь, что наша чувствительная пластинка помѣщена въ фокальной плоскости объектива спектроскопа. Въ этомъ случаѣ разныя ея части подвергаются дѣйствію различныхъ монохроматическихъ лучей, и въ этихъ частяхъ пленки Ценкера находятся другъ отъ друга на разныхъ разстояніяхъ, наклоняясь однѣ къ другимъ; линіи ихъ пересѣченій со стекломъ больше не соотвѣтствуютъ одной длинѣ волны и не отстоятъ одна отъ другой на равныхъ разстояніяхъ; вдоль каждой такой линіи видна блестящая полоса.

Между двумя сосѣдними полосами къ свѣту, отраженному пленками Ценкера, прибавляется свѣтъ, отраженный угломъ желатины, вершина котораго обращена въ красную сторону спектра, и который тѣмъ болѣе открытъ, чѣмъ слой желатины толще. Вслѣдствіе этого между двумя блестящими полосами цвѣта спектра ослабляются и измѣняются.

Такимъ образомъ въ дѣйствительности мы имѣемъ систему стоячихъ волнъ, пересѣченныхъ плоскостью стекла. Цвѣтныя фотографіи спектра, приготовленныя безъ ртутнаго зеркала, при разсматриваніи со стороны стекла даютъ возможность оптически опредѣлить мѣста пересѣченій стекла и стоячихъ волнъ.

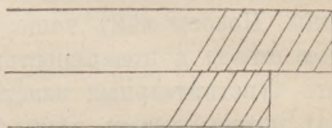
Въ опытѣ Винера получались пересѣченія очень тонкой пленки свѣточувствительной желатины съ стоячими волнами въ

воздухѣ; мой опытъ даетъ возможность наблюдать очень просто на слабомъ цвѣтномъ фонѣ снимки интерференціонныхъ полосъ, расположенныхъ какъ пленки Винеровскихъ фотографій. Эти полосы имѣютъ свои особенности въ каждомъ спектрѣ.

Чтобы доказать это, замѣнимъ обыкновенную щель спектроскопа другою, двойною, какъ показано на фиг. 2-й, и сфотографируемъ на одной и той-же пластинкѣ два спектра, смѣщенныхъ другъ относительно друга. Опытъ показываетъ, что въ этомъ случаѣ смѣщаются также и полосы.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Такъ какъ толщина желатины сама по себѣ значительна, то въ бѣломъ свѣтѣ полосъ не видно, но съ натріевымъ освѣщеніемъ онѣ появляются. Онѣ блѣднѣе обыкновенныхъ и съ ними не совпадаютъ; въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ въ эмульсію случайно попала пылинка, полосы сдвигаются.

2. Число полосъ зависитъ отъ толщины желатины. Предположимъ, что желатина образуетъ слой толщиною e, ограниченный строго параллельными поверхностями и занятый пленками Ценкера. Число пленокъ p въ красной области (λ_r) и число ихъ q въ фіолетовой области (λ_v) опредѣляется уравненіемъ

$$e = \frac{p\,\lambda_r}{2} = \frac{q\,\lambda_v}{2},$$

и можно утверждать, что $q - p = N$ стоячихъ волнъ выступаетъ на поверхности стекла. Легко видѣть, что

$$N = q - q\frac{\lambda_v}{\lambda_r} = q\,\frac{(\lambda_r - \lambda_v)}{\lambda_r} \quad \text{и} \quad e = \frac{N}{2}\,\frac{\lambda_r \,.\, \lambda_v}{\lambda_r \,.\, \lambda_v}.$$

Число N наблюденныхъ полосъ между двумя точками, въ которыхъ длины волнъ суть λ_r и λ_v, позволяетъ такимъ образомъ опредѣлить толщину e слоя желатины; наша послѣдняя формула показываетъ, что N растетъ пропорціонально e.

Всѣ эти выводы я подвергъ опытной провѣркѣ. Съ этою цѣлью я приготовлялъ очень жидкую эмульсію и, поливъ ею стеклянную пластинку, быстро вращалъ послѣднюю на особомъ станкѣ. Мнѣ удавалось довести число прикасаній волнъ до двухъ или трехъ. Если же пластинку не вертѣть на станкѣ, то между крайнимъ краснымъ и крайнимъ фіолетовымъ я насчитывалъ отъ 15 до 20 полосъ, что соотвѣтствуетъ толщинѣ e, равной примѣрно 80 микронамъ. Болѣе толстыя пластинки давали 15—20 полосъ между краснымъ и зеленымъ на границѣ голубого.

3. Какъ показываетъ наша формула, N зависитъ отъ e и отъ длинъ волнъ λ между данными двумя точками спектра и вовсе не зависитъ отъ дисперсіи призмы. Если поэтому сфотографировать на одну и ту-же чувствительную пластинку два спектра съ различною дисперсіей каждый, размѣстивъ ихъ одинъ надъ другимъ, то можно убѣдиться, что число полосъ N между одними и тѣми же длинами волнъ λ въ обоихъ спектрахъ одинаково.

4. Если выставить пластинку желатиною впередъ, а стекломъ назадъ, то на поверхности раздѣла желатины и стекла происходитъ слабое отраженіе; степень его яркости находится въ зависимости отъ разности между показателями преломленія стекла и желатины; она тѣмъ больше, чѣмъ больше эта разность. Мнѣ удалось даже съ нѣкоторыми стеклами получить стоячія волны и цвѣта въ мѣстахъ прикасанія желатины съ поверхностью стекла. Въ этомъ случаѣ наблюдаются пересѣченія стоячихъ волнъ съ поверхностью желатины и соотвѣтственно этому полосы со стороны желатины. Если же выставить пластинку стекломъ впередъ, а со стороны желатины приставить отражающее зеркало, то можно наблюдать полосы со стороны стекла и со стороны желатины.

Изученіе этого рода интерференціонныхъ полосъ представляетъ практическій интересъ въ отношеніи цвѣтной фотографіи, такъ какъ очевидно, что для точнаго воспроизведенія спектральныхъ цвѣтовъ необходимо устранить всѣ тѣ посторонniя явленія, которыя я только что отмѣтилъ, и въ частности тотъ отраженный свѣтъ, который образуется въ углахъ между желатиною и пленками Ценкера. Опытъ показываетъ, что пластинки съ очень тонкимъ чувствительнымъ слоемъ не годятся; при разсматриваніи со стороны желатины онѣ даютъ бѣлесоватые оттѣнки; вслѣдствіе вредныхъ отраженій ихъ цвѣта вообще смѣщены; они выигрываютъ въ живости красокъ, если со стороны стекла они покрыты чернымъ лакомъ.

Со стороны стекла на этихъ снимкахъ видны блестящія полосы на слабо окрашенномъ фонѣ; яркость цвѣтовъ улучшается, если къ желатинѣ приклеить на канадскомъ бальзамѣ стеклянную пластинку; въ этомъ случаѣ получается очень яркое отраженіе на слоѣ канадскаго бальзама.

Для этихъ опытовъ лучше употреблять чувствительныя пластинки съ толстымъ слоемъ эмульсіи, потому что число пленокъ Ценкера гораздо больше, а краски, если снимокъ разсматривать со стороны желатины, болѣе ярки и болѣе вѣрно соотвѣтствуютъ оригиналу, потому что вредныя отраженія въ этомъ случаѣ проявляются очень слабо. Смѣщеніе цвѣтовъ, если еще и есть, то оно обусловливается неправильностями поверхности, которыя можно устранить, приклеивъ къ желатиновой поверхности снимка стеклянную призму на канадскомъ бальзамѣ. Со стороны стекла краски очень живы; въ особенности красивъ красный цвѣтъ, жаль только, что частыя интерференціонныя полосы бороздятъ это цвѣтное поле.

Когда, однако, толщина желатины достигаетъ достаточной величины, то полосы исчезаютъ, и тогда со стороны стекла можно видѣть блестящіе цвѣта, причемъ особенно хорошъ и вѣрно переданъ красный цвѣтъ. Остальные цвѣта менѣе красивы, потому что возстановленное серебро въ толстомъ слоѣ имѣетъ желтый оттѣнокъ и тѣмъ самымъ мѣшаетъ чистотѣ голубого и фіолетоваго тоновъ. По этому способу я получилъ спектральные снимки линій натрія, барія, стронція съ совершенно правильною передачею всѣхъ цвѣтовъ.

Итакъ, можно сказать, что для вѣрной передачи красокъ слой желатины на свѣточувствительной пластинкѣ долженъ быть вообще толстымъ, но при этомъ онъ не долженъ послѣ проявленія давать своихъ замѣтныхъ оттѣнковъ. Поэтому я сталъ готовить новыя пластинки по слѣдующему способу: я поливалъ стекла $5^0/_0$ растворомъ чистой желатины такъ, чтобы слой былъ толстый, и высушивалъ ихъ; а потомъ уже тонкимъ слоемъ, около 5λ, наливалъ свѣточувствительную эмульсію. Такимъ образомъ я получилъ свои послѣдніе цвѣтные снимки спектровъ, которые и помѣстилъ на Пасхальной выставкѣ Французскаго Физическаго Общества. Рядомъ съ ними я выставилъ также и поперечные ихъ разрѣзы, чтобы показать подъ микроскопомъ стоячія волны и пленки Ценкера.

Нанси.
Университетъ.

Новый взглядъ на второй законъ термодинамики.

Б. А. Шишковскаго.

Въ настоящей замѣткѣ я хочу обратить вниманіе на то, что энтропія, которая обыкновенно разсматривается, какъ главный врагъ прогресса и какъ тяжелая подать, взимаемая природою за право пользованія энергіей, въ сущности представляетъ самый благодѣтельный законъ, безъ защиты котораго жизнь давнымъ давно перестала-бы существовать на землѣ.

Допустимъ, что принципъ энтропіи невѣренъ, и что теплота переходитъ отъ менѣе нагрѣтыхъ къ болѣе нагрѣтымъ тѣламъ, и примѣнимъ это предположеніе къ солнечной системѣ. Что тогда произойдетъ?

Теплота будетъ переходить отъ земли и остальныхъ планетъ къ солнцу, причемъ температура послѣдняго будетъ все повышаться, а температура планетъ падать. Все растущія разницы температуръ будутъ постепенно усиливать скорость теплового обмѣна, и земля будетъ стремиться съ поразительною быстротою къ полному исчерпанію всего запаса своей теплоты и энергіи. Солнечные лучи вмѣсто жизни будутъ приносить съ собою смерть; подобно развѣтвленіямъ гигантскаго чудовища они будутъ высасывать всю теплоту и вмѣсто того, чтобы грѣть, будутъ морозить все то, къ чему они прикоснутся. Единственный источникъ теплоты и энергіи будетъ храниться въ болѣе холодныхъ тѣлахъ.

Правда, мы могли-бы тогда превращать въ полезную энергію теплоту почвы и океановъ, но это не продолжалось бы долго; на долю нашего могущественнаго соперника, солнца, пришлась бы наибольшая ея часть, и оно дѣйствовало бы какъ исполинскій холодильникъ съ температурою абсолютнаго нуля. Трудно допустить, чтобы жизнь могла развиться при такихъ условіяхъ, а если бы даже она развилась, то она была бы обречена на скорую гибель изъ за недостатка теплоты. Но разрушающее дѣйствіе

солнца шло-бы все дальше до тѣхъ поръ, пока у земли не была-бы отнята вся ея теплота и температура ея не пала до абсолютнаго нуля.

Тоже самое произошло-бы и съ другими планетами, и вся ихъ энергія сконцентрировалась-бы на солнцѣ. Но и въ немъ самомъ теплота переходила бы отъ болѣе холодныхъ областей къ болѣе нагрѣтымъ, и окончательное равновѣсіе было-бы достигнуто только послѣ концентраціи всей его энергіи въ одной изъ его точекъ. Если мы приложимъ этотъ принципъ не только къ солнечной системѣ, но и ко всей вселенной, то устойчивое состояніе равновѣсія выразится въ концентраціи всей ея энергіи въ одной точкѣ.

Это былъ-бы принципъ концентраціи энергіи, нелѣпость котораго очевидна; онъ обратенъ тому, который дѣйствительно господствуетъ въ природѣ и извѣстенъ какъ принципъ энтропіи, или диссипаціи энергіи.

Мнѣ кажется, что приведенное разсужденіе представляетъ болѣе наглядное и общее доказательство второго закона термодинамики, чѣмъ perpetuum mobile второго рода, т. е. машина, превращающая въ энергію теплоту одной единственной среды. Къ тому-же оно представляетъ намъ второй законъ термодинамики въ совсѣмъ новомъ свѣтѣ. Правда, энтропія это тяжелая дань, приносимая природѣ, но взимаемая ею не напрасно; это скорѣе страховая премія, обезпечивающая намъ наслажденіе жизнью и существованіемъ. Премія, размѣръ которой можетъ быть вычисленъ, какъ это показано Гиббсомъ, Больтцманномъ и Планкомъ и, собственно говоря, еще Максвеллемъ на основаніи теоріи вѣроятностей точно такимъ-же образомъ, какъ для страхового полиса.

Съ этой точки зрѣнія принципъ энтропіи можетъ быть несомнѣнно приложенъ не только къ физическимъ, но и ко всѣмъ статистическимъ явленіямъ. Въ общественной жизни долженъ существовать законъ энтропіи, мѣшающій концентраціи энергіи, въ данномъ случаѣ, скажемъ власти и капитала, въ отдѣльныхъ точкахъ. Естественный ходъ вещей—это однородное распредѣленіе. Если-же часто замѣчается обратное, то только благодаря присутствію элементовъ нестатистическаго характера. Въ то время, какъ естественныя явленія необратимы и могли бы быть только обращены при помощи гипотетическаго „демона Макс-

велля“, естественное теченіе общественной жизни очень часто нарушается индивидуальными психологическими элементами. Таковы „герои“ въ томъ смыслѣ, какъ ихъ понимаетъ Карлейль, которые благодаря личному вліянію и характеру обладаютъ, какъ демонъ Максвелля, достаточною тонкостью для того, чтобы обращать естественное теченіе вещей. И въ нихъ кроется причина, почему общественная жизнь не можетъ быть управляема на подобіе физическихъ явленій исключительно статистическими законами.

Законъ энтропіи, какъ въ физикѣ, такъ и въ жизни, ограничивая могущество сильнаго, даетъ возможность слабому бороться за существованіе. Самое замѣчательное въ немъ то, что въ слишкомъ узкомъ толкованіи онъ, какъ злой геній природы, какъ неотлучный спутникъ и паразитъ энергіи, могъ лечь въ основу самой пессимистической философіи, въ то время, какъ въ дѣйствительности это самый гуманный законъ неодушевленной природы, какъ бы данный ею въ доказательство ея нѣжнаго попеченія и заботливости о томъ, чтобы высшее благо было распредѣлено по возможности широко и равномѣрно.

Кіевъ.

Новые физическіе приборы въ средней школѣ во Франціи.

Г. Дельвалеза.

Я уже въ 1907 году познакомилъ читателей Физическаго Обозрѣнія съ постановкою преподаванія физики въ современной французской средней школѣ и съ дѣятельностью Союза физиковъ. Теперь я хочу описать рядъ приборовъ, придуманныхъ различными преподавателями нашихъ школъ съ цѣлью удовлетворить новымъ програмнымъ требованіямъ. Всѣ эти приборы фигурировали на выставкахъ Педагогическаго музея и Французскаго физическаго общества въ Парижѣ, описаны въ нашемъ Бюллетенѣ союза физиковъ и обратили на себя наше вниманіе. Поэтому я надѣюсь, что они встрѣтятъ надлежащую оцѣнку и въ средѣ русскихъ физиковъ.

I. Приборы по экспериментальной механикѣ.

Введеніе въ новую программу средней школы общихъ положеній ученія о колебательномъ движеніи побудило преподавателей создать соотвѣтственные приборы, и нѣкоторые изъ нихъ заслуживаютъ вниманія.

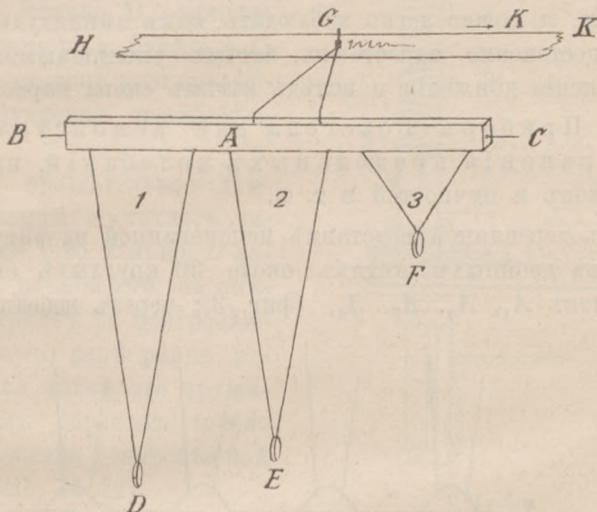
1. Приборъ Рубо[1]) для сложенія гармоническихъ или негармоническихъ параллельныхъ колебаній маятниковъ.

Деревянный стержень *A* (фиг. 1) длиною въ 1 метръ съ поперечнымъ сѣченіемъ 4×1 см.^{2} вращается около горизон-

---

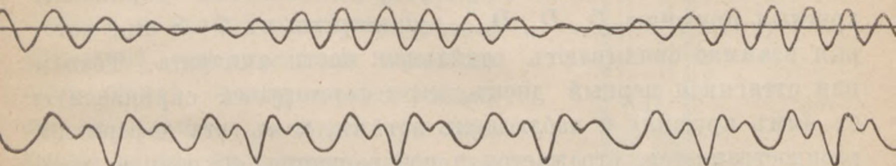
[1]) Roubault, преподаватель лицея Ляканаль.

тальной оси *B C*, проходящей чрезъ его среднюю линію параллельно длинѣ. Къ нижней сторонѣ его болѣе широкаго основанія привязаны на двойныхъ нитяхъ 3 свинцовыхъ груза, образующихъ маятники *D*, *E*, *F*; колеблясь, они сообщаютъ верхней части стержня движеніе, слагающееся изъ трехъ частичныхъ



Фиг. 1.

колебательныхъ движеній. Неподвижно скрѣпленный со стержнемъ *A* карандашъ *G* записываетъ кривую колебаній на полоскѣ бумаги *H*, которая подъ нимъ равномѣрно движется въ направленіи стрѣлки *K*. Такимъ образомъ можно записать движеніе отдѣльнаго маятника, или же сложить гармоническія колебанія 1,2; 1,3; 1,2,3.... или-же, взявъ два маятника, на-



Кривыя, полученныя съ приборомъ Рубо.

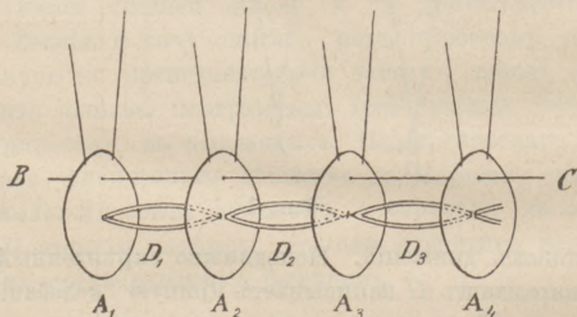
Фиг. 2.

строенные почти въ унисонъ, получить кривую, передающую біенія (фиг. 2).

Біенія могутъ быть получены механически и слѣдующимъ способомъ, который я примѣняю уже въ теченіе долгаго времени: къ тяжелому маятнику съ гирей, напр., въ 200 граммовъ, прикрѣплена внизу нитка съ грузомъ въ нѣсколько граммовъ, образующая такимъ образомъ легкій маятникъ. Если сообщить толчекъ 1-му маятнику, то второй также приходитъ въ движеніе, и можно легко наблюдать, какъ амплитуды его колебаній постепенно наростаютъ, затѣмъ уменьшаются почти до прекращенія движенія и вслѣдъ затѣмъ снова наростаютъ.

2. Приборъ Гоасгена для демонстраціи распространенія продольныхъ колебаній, ихъ отраженія, узловъ и пучностей и т. п.

Къ деревянной подставкѣ, непоказанной на фигурѣ, подвѣшено на двойныхъ нитяхъ около 30 круглыхъ свинцовыхъ пластинокъ A_1, A_2, A_3, A_4, (фиг. 3); черезъ небольшое отвер-



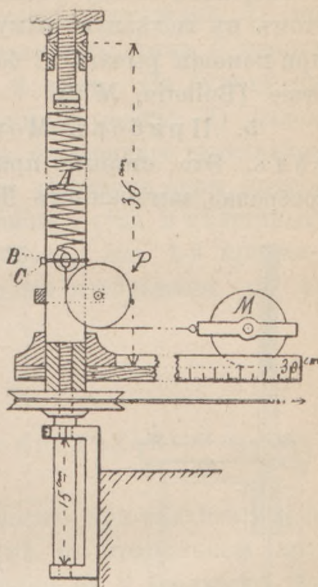
Фиг. 3.

стіе, продѣланное въ каждой изъ нихъ, проходитъ горизонтально натянутая тонкая желѣзная проволока BC, устраняющая боковыя смѣщенія дисковъ. Между пластинками укрѣплены круглыя пружины $D_1, D_2, D_3 \ldots$, діаметромъ въ 7—8 см., которыя взаимно связываютъ отдѣльныя части аппарата. Толкая или оттягивая первый дискъ, мы деформируемъ скрѣпленную съ нимъ пружину и наблюдаемъ затѣмъ, какъ эта деформація распространяется, отражается и возвращается, сохранивъ свой знакъ или нѣтъ, смотря по тому, свободенъ ли послѣдній дискъ или же закрѣпленъ. Отсюда видна область примѣненія этого прибора.

3. Приборъ Морена[1]) для изученія центробѣжной силы.

Пружина *A* (фиг. 4) тянетъ съ силой, которую можно опредѣлить, какъ функцію ея растяженія, кольцо *B*, закрѣпленное съ помощью стрѣлки *C*; на другую сторону кольца дѣйствуетъ изучаемая центробѣжная сила.

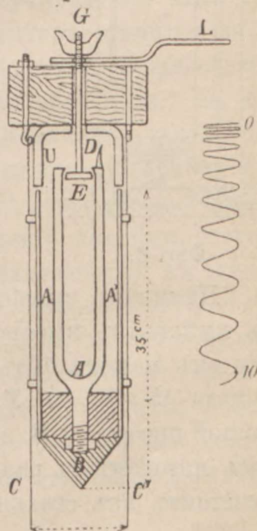
Когда вращательное движеніе на станкѣ достигаетъ такой скорости, что кольцо *B* находится въ равновѣсіи, не опираясь на стрѣлку *C*, центробѣжная сила какъ разъ равна извѣстной силѣ натяженія пружины. Такимъ образомъ можно изучить свойства центробѣжной силы (Bulletin, № 11).



Фиг. 4.

4. Приборъ Лебурга для экспериментальнаго изученія паденія тѣлъ.

Этотъ приборъ состоитъ (фиг. 5) изъ камертона *A*, помѣщеннаго въ трубкѣ, снабженной соотвѣтственнымъ грузомъ *B*; трубка можетъ падать вдоль двухъ направляющихъ стальныхъ проволокъ *C C'* передъ закопченнымъ стекломъ. Остріе *D*, укрѣпленное на концѣ одной изъ вѣтвей камертона, отмѣчаетъ на закопченномъ стеклѣ одновременно пройденное пространство и время, употребленное на его прохожденіе. Одно колебаніе камертона соотвѣтствуетъ $^1/_{100}$ сек. Полученную кривую можно проектировать и измѣрять. Трубка съ камертономъ вѣситъ 5 килограммовъ; вы-

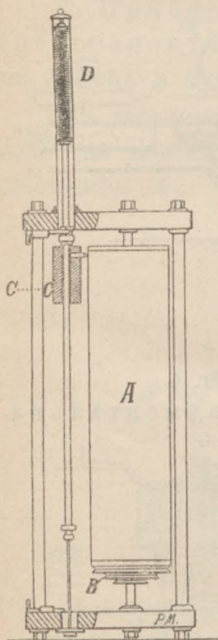


Фиг. 5.

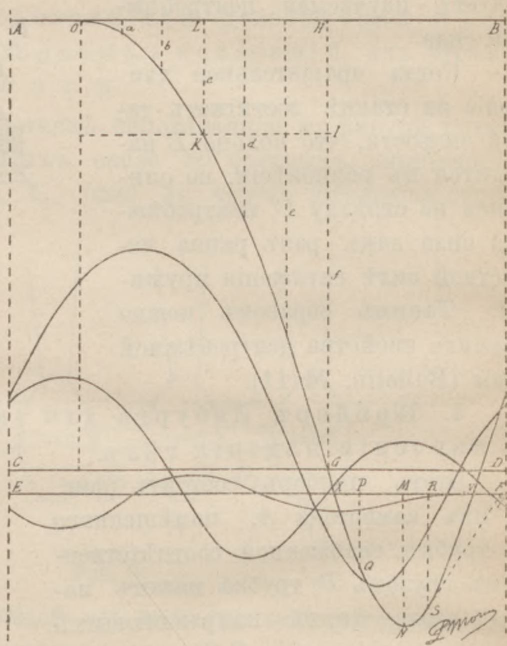
[1]) Morin, преподаватель въ Монлюсонѣ.

сота ея равна 35 см. Ее поддерживаетъ наверху головка *E* болта *G*, помѣщенная между вѣтвями камертона. Трубка упирается при этомъ въ желѣзную раму въ формѣ обращеннаго *U*. Поднимая при помощи рычага *L* болтъ, мы приводимъ приборъ въ дѣйствіе. (Bulletin, № 9).

5. Приборъ Морена[1]) для изученія паденія тѣлъ. Это старый приборъ генерала Морена, исправленный сообразно замѣчаніямъ Дево.



Фиг. 6.



Фиг. 7.

Цилиндръ прибора *A* (фиг. 6) движется на шарикахъ; онъ имѣетъ въ высоту 57 см. и въ поперечникѣ 14 см. и потому онъ можетъ быть легко обернутъ листомъ бумаги обычнаго формата 45×56 см². У основанія цилиндра *A* находится блокъ съ тройной передачей *B*, вслѣдствіе чего онъ вращается вспомогательнымъ моторомъ съ различными скоростями. Движущійся грузъ *C* состоитъ изъ стальной массы въ 1600 гр., которая во время

[1]) Приборъ построенъ механикомъ Guillemet. (Montluçon, Boulevard de Courtois). Цѣна его 170 франковъ.

паденія скользитъ по вертикальному стержню. Живая сила груза C въ концѣ паденія поглощается пружиной D, къ которой придѣланъ направляющій стержень; пружина D при этомъ растягивается и затѣмъ подбрасываетъ грузъ C вверхъ. Этотъ процессъ повторяется 5 или 6 разъ. На бумагѣ при этомъ наносится рядъ кривыхъ, которыя даютъ: 1) законъ движенія падающаго тѣла, или-же тѣла, брошеннаго вертикально вверхъ, 2) законъ движенія тѣла подъ дѣйстіемъ силы пропорціональной разстоянію между положеніемъ тѣла и нѣкоторымъ положеніемъ равновѣсія. Легко убѣдиться, что 1-я кривая—парабола, а 2-я—синусоида. Эти кривыя изображены на фигурѣ 7-й. (Bulletin, № 14).

II. Оптика.

6. Способъ Андро[2]) для опредѣленія показателя преломленія жидкости.

Приборъ состоитъ изъ обыкновеннаго кристаллизатора богемскаго стекла 14 см. въ поперечникѣ, съ правильною круглою стѣнкою въ 0,5 мм., и изъ линейки въ 2 дециметра, раздѣленной на полумиллиметры и имѣющей у дѣленія 10 тонкую иглу въ 1,5 см., поставленную перпендикулярно. Ось иглы проходитъ черезъ край линейки. Кристаллизаторъ ставится на горизонтальный столъ и наполняется изслѣдуемой жидкостью до уровня, отстоящаго отъ его верхняго края на 0,5 см.; на края кристаллизатора кладется плоской стороной линейка такъ, чтобы выступающая игла была направлена книзу. Головка иглы находится въ такомъ случаѣ на 1 см. подъ поверхностью жидкости и на одинаковомъ разстояніи отъ дѣленій линейки, соотвѣтствующихъ краямъ сосуда. Наблюденіе заключается въ слѣдующемъ: помѣстивъ глазъ на высотѣ иглы, передвигаютъ голову вправо и влѣво; при этомъ изображеніе иглы, даваемое цилиндрическимъ діоптромъ, перемѣщается по отношенію къ краю сосуда. Перемѣщеніемъ линейки нужно дать иглѣ такое положеніе, чтобы наблюдаемое изображеніе приближалось къ контуру сосуда, совпало съ нимъ и затѣмъ стало отъ него удаляться, возвращаясь въ прежнее положеніе.

---

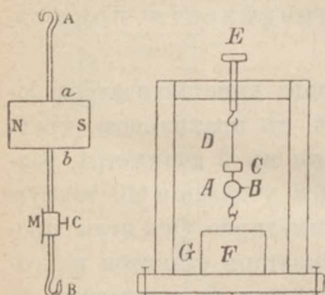
[1]) Andrault, преподаватель въ лицеѣ Шамбери.

Въ этомъ случаѣ исходящій изъ иглы лучъ, который шелъ параллельно краю линейки, выходитъ изъ діоптра подъ угломъ преломленія въ 90°. Изъ положенія линейки опредѣляется поэтому легко предѣльный уголъ, а слѣдовательно, и показатель преломленія. Подробности вычисленій и построеній въ Bulletin, № 10 и № 12.

III. Магнитизмъ и электричество.

7. Магнитометръ Сэва[1]).

Къ алюминіевому стерженьку *A* (фиг. 9), снабженному зеркаломъ *B* для отсчета отклоненій, приклеенъ магнитъ *C* размѣрами 2×1×0,5 см³. Все вмѣстѣ подвѣшено на очень тонкой, коконовой нити *D* длиной въ 10 см. къ мѣдному стержню *E*. Послѣдній проходитъ черезъ трубку, поддерживаемую деревянной колонкой, укрѣпленной въ плоской подставкѣ. Для защиты отъ токовъ воздуха приборъ помѣщается въ коробку съ закрытымъ слюдой или стекломъ вырѣзомъ противъ зеркала. Подъ подвижной частью прибора находится воздушный успокоитель колебаній *F*, устроенный по типу Кюри. Онъ состоитъ изъ тонкой алюминіевой или слюдяной пластинки, которая колеблется внутри цилиндрической коробки *G*, причемъ свободное разстояніе между пластинкой и стѣнками равно 2 мм.; цилиндрическая коробка раздѣлена на двѣ части проходящей посрединѣ перегородкой; въ послѣдней находится посреди разрѣзъ, черезъ который и проходитъ подвижная пластинка *F*. Наилучшее успокоеніе достигается подборомъ размѣровъ свободнаго промежутка между пластинкой и коробкой и размѣровъ самой коробки. Сэвъ указываетъ способы, какъ найти наилучшіе размѣры для скорыхъ отсчетовъ. Такъ при разстояніи между пластинкой *F* и коробкой *G* въ 2 мм., коробка, поперечникъ которой равняется ея высотѣ, должна имѣть 8 см. въ поперечникѣ, и тогда колебанія успокаиваются въ теченіе времени, меньшаго одной секунды (Bulletin, № 10). Подвѣсъ подробнѣе изображенъ на фиг. 9.



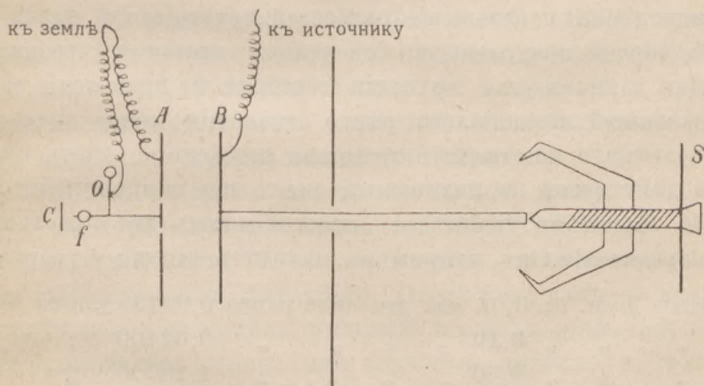
Фиг. 8 и 9.

[1]) Sêve, препараторъ въ Высшей Нормальной школѣ.

8. Приборъ Обэра для изученія магнитнаго поля кругового тока въ центрѣ круга [1]).

Вертикальная дощечка размѣрами 20×20×1,5 см.³ имѣетъ три круглыхъ желобка шириною въ 0,5 см. и глубиной въ 0,5 см., описанныхъ радіусами въ 4, 6 и 8 см. Въ высверленномъ въ центрѣ отверстіи помѣщена на остріѣ маленькая магнитная игла, взятая изъ компаса-брелока въ 1 см. Желобки образуютъ 3 круга данныхъ радіусовъ; въ нихъ можно навернуть изолированную мѣдную проволоку діаметромъ въ 0,5 мм., придерживаемую въ желобкахъ при помощи маленькихъ пробокъ. Проволока имѣетъ 2 метра длины. Подъ магнитной иглой находится шкала, градуированная въ тангенсахъ угловъ. Нуль шкалы лежитъ въ плоскости оборотовъ проволоки; игла расположена какъ разъ надъ нимъ, когда въ приборѣ тока нѣтъ. Очевидно, что, навернувъ n оборотовъ проволоки, мы найдемъ, что сила поля пропорціональна n и обратно пропорціональна радіусу r. Приборъ имѣетъ также вертикальный желобокъ, проходящій касательно къ одному изъ круговъ для сравненія силы поля, вызываемой на томъ-же разстояніи круговымъ и прямолинейнымъ токомъ (Bulletin, № 10).

9. Крутильный абсолютный электрометръ Сальмона.



Фиг. 10.

Онъ состоитъ изъ двухъ вертикальныхъ параллельныхъ дисковъ A и B (фиг. 10). Одинъ изъ нихъ (A) снабженъ круглымъ

[1]) Aubert, преподаватель лицея Кондорсэ въ Парижѣ.

отверстіемъ и служитъ охраннымъ кольцомъ для маленькаго алюминіеваго диска, который выполняетъ отверстіе; этотъ дискъ и кольцо соединены съ землей. Другой дискъ *B*, соединенный съ источникомъ, потенціалъ котораго желательно измѣрить, поддерживается стеклянньмъ стержнемъ, который можетъ быть передвинутъ на данную длину при помощи горизонтально расположеннаго сферометра *S*. Подвижный алюминіевый дискъ поддерживается небольшой крестообразной иглой, вѣтви которой задерживаются благодаря противовѣсу *f* въ горизонтальномъ положеніи. Одна изъ вѣтвей креста перпендикулярна къ диску, другая—параллельна. Послѣдняя прикрѣплена посрединѣ къ вертикальной серебряной нити, которую можно закручивать при помощи металлической оправы *O*, соединенной съ нею вверху. Крученіемъ серебряной нити и уравновѣшивается притяженіе, оказываемое заряженнымъ дискомъ *B* на подвижный. Коконовыя нити, прикрѣпленныя подъ отверстіемъ въ охранномъ кольцѣ, не допускаютъ подвижный дискъ приблизиться къ заряженному. Удаляться отъ послѣдняго онъ можетъ свободно, и потому, чтобы при закручиваніи нити отмѣтить начало этого движенія, указывающаго, что равновѣсіе какъ разъ было достигнуто, достаточно визировать конечную точку креста и ея изображеніе въ небольшомъ сосѣднемъ зеркальцѣ *C*. Для даннаго разстоянія между дисками отношеніе разностей потенціаловъ равно отношенію корней квадратныхъ изъ угловъ крученія серебряной нити. Для даннаго угла крученія серебряной проволоки отношеніе разностей потенціаловъ равно отношенію между дисками. Для абсолютнаго измѣренія потенціала необходимо знать силу, которая дѣйствуетъ на подвижный дискъ при закручиваніи нити на 1°. Сальмонъ указываетъ простой методъ для выполненія такого опредѣленія. Онъ, напримѣръ, находитъ, что для серебряной

нити	діам.	въ	0,05	мм.	эта	сила	равна	0,00155	длины
„	„	„	0,10	„	„	„	„	0,02100	„
„	„	„	0,30	„	„	„	„	1,18000	„

При употребленіи послѣдней нити и при разстояніи между дисками въ 3 см., закручиваніе нити на 310° соотвѣтствовало потенціалу въ 39900 вольтъ. При подходящихъ размѣрахъ серебряной нити и соотвѣтствующемъ разстояніи между дисками описаннымъ приборомъ можно измѣрять потенціалы, начиная

отъ нѣсколькихъ вольтъ и до 40000 вольтъ, съ абсолютной ошибкой приблизительно въ 1%. Приборъ устроенъ прочно и можетъ быть безъ опасенія отданъ въ руки учениковъ. Его можно пріобрѣсти за 400 франковъ у Ducretet, въ Парижѣ. (Bulletin, № 15).

Парижъ.

Телефонъ-газета по системѣ Гирмонди.

Уже съ давнихъ поръ устраиваются опыты съ помощью очень чувствительныхъ микрофоновъ и громко-говорящихъ телефоновъ для образованія соединенія между телефономъ и фонографомъ. Такого рода аппаратъ называютъ телефонографомъ; послѣдній позволяетъ переданную телефономъ рѣчь фиксировать на восковомъ валикѣ обыкновеннаго фонографа. Очень интересный опытъ такого рода произвелъ въ 1889 году американскій электротехникъ Вилльямъ Гаммеръ, бывшій ассистентъ Эдиссона. Рѣчь была фиксирована въ Нью-Іоркѣ на валикѣ фонографа и отсюда передана въ микрофонъ, который былъ соединенъ черезъ посредство индукціонной катушки съ проводами, идущими въ Филадельфію. Въ Филадельфіи рѣчь снова была передана при помощи электрохимическаго телефона Эдиссона въ фонографъ, откуда затѣмъ послана въ микрофонъ и громко говорящій телефонъ, а этотъ послѣдній воспроизводилъ рѣчь передъ аудиторіей Франклиновскаго Института.

Другой аппаратъ, конструированный Диссо, былъ выставленъ на Парижской выставкѣ въ 1900 году. Этотъ пишущій телефонъ отличается тѣмъ, что можетъ примѣняться къ каждому обыкновенному фонографу. Послѣ того, какъ на валикѣ фонографа нанесена запись, пишущій телефонъ снимается и вмѣсто него помѣщается рупоръ или слуховыя трубки, и такимъ образомъ фиксированная на воскѣ запись можетъ быть выслушана.

Совершенно другимъ методомъ для достиженія той же цѣли пользуется шведскій инженеръ Пульсенъ.

Но раньше, чѣмъ перейти къ интересующему насъ вопросу, а именно къ телефонъ-газетѣ, мы остановимся вкратцѣ на тѣхъ принципахъ, на которыхъ зиждется это новое приспо-

собленіе. Если говорить въ микрофонъ, то при этомъ образуются импульсы тока. Эти послѣдніе посылаются черезъ телефонные провода въ небольшой электромагнитъ, между полюсами котораго протянута равномѣрно намагниченная проволока. Измѣняющееся соотвѣтственно звуковымъ колебаніямъ магнитное поле, которое образуется между полюсами электромагнита, намагничиваетъ больше или размагничиваетъ равномѣрно намагниченную проволоку. Такъ какъ стальная проволока движется мимо магнита, то каждая ея точка получаетъ большее или меньшее количество магнитизма соотвѣтственно болѣе или менѣе интенсивнымъ звуковымъ колебаніямъ, попадающимъ на мембрану микрофона.

Такимъ образомъ, произнесенная передъ телефономъ рѣчь какъ бы печатается магнитнымъ способомъ на стальной проволокѣ.

Если намагниченную описаннымъ путемъ проволоку пропустить по тому же направленію и съ тою-же скоростью между полюсами того же электромагнита, то неравномѣрно намагниченная проволока вызываетъ въ сердечникѣ послѣдняго измѣняющуюся магнитную силу; вызванные этимъ въ обмоткѣ электромагнита импульсы индукціоннаго тока превращаются находящемся теперь въ цѣпи—вмѣсто микрофона—телефонѣ въ звуковыя колебанія, которыя и воспроизводятъ все сказанное передъ микрофономъ.

Итакъ, передача и пріемъ рѣчи производятся электромагнитнымъ путемъ. На этомъ основаніи здѣсь совершенно отсутствуетъ получаемый въ фонографахъ и граммофонахъ непріятный шумъ. Кромѣ того, число репродукцій почти неограничено. Опыты показали, что послѣ нѣсколькихъ тысячъ воспроизведеній рѣчи, напечатанной на такой проволокѣ, не было замѣтно значительнаго ослабленія дѣйствія послѣдней.

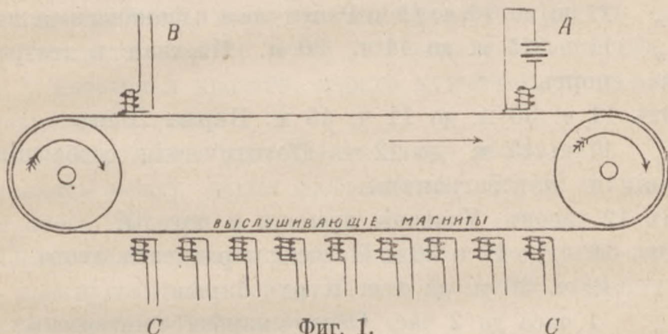
Для того, чтобы сдѣлать такого рода проволоку способной вторично воспринять рѣчь, необходимо уничтожить находящуюся на ней предыдущую запись, а для этого ее пропускаютъ снова черезъ электромагнитъ, который питается постояннымъ токомъ. Проволока вслѣдствіе этого намагничивается равномѣрно и можетъ быть снова употреблена въ дѣло.

Итакъ, вмѣсто записыванія рѣчи штифтомъ по воску перешли къ печатанію ея электромагнитнымъ путемъ на стальной проволокѣ.

Такъ какъ напечатанное на такой проволокѣ можетъ воспроизводиться безконечное число разъ, то одну и ту-же рѣчь можно передавать по какому угодно числу телефонныхъ проводовъ.

Эта мысль и привела къ устройству аппарата подъ именемъ телефона-газеты, цѣль котораго распространять новости дня изъ одного центральнаго мѣста возможно большему числу абонентовъ.

Устройство этого приспособленія слѣдующее: на двухъ роликахъ вращается съ большою скоростью безконечная стальная лента, фиг. 1.



Фиг. 1.

Справа вверху находится печатающій магнитъ *A*, соединенный съ микрофономъ редакціи. Послѣ того, какъ на лентѣ подъ воздѣйствіемъ магнита образовалась запись, лента проходитъ черезъ цѣлый рядъ выслушивающихъ магнитовъ *C*, изъ коихъ каждый соединенъ съ проводомъ телефоннаго абонента. Послѣ того, какъ стальная лента миновала выслушивающій магнитъ послѣдняго абонента, она при помощи уничтожающаго запись магнита *B*, питаемаго постояннымъ токомъ изъ особой батареи, равномѣрно намагничивается и становится годною для воспріятія новой записи отъ магнита *A*; такимъ образомъ лента можетъ служить безпрерывно. Всѣ абоненты слышатъ передаваемую рѣчь или музыку одинаково громко.

Такого рода телефонъ-газета функціонируетъ теперь въ Будапештѣ. Во время зимняго сезона телефонъ-газета имѣла до 200 служащихъ. Она дѣйствуетъ на окружность въ 800 километровъ и сообщаетъ текущія новости 15000 абонентамъ. Телефонъ-газета работаетъ съ 9-ти часовъ утра до $9^1/_2$ часовъ вечера. Передъ громаднымъ микрофономъ лекторы излагаютъ полученныя редакціей сообщенія или рукописи. Такъ какъ всѣ сообщенія

дѣлаются по заранѣе извѣстной программѣ, то каждый абонентъ можетъ слушать въ теченіе дня то, что его интересуетъ, и для этого онъ долженъ лишь въ опредѣленный часъ сидѣть съ приложенной къ уху телефонной трубкой.

Программа телефонъ-газеты слѣдующая:

Въ 9 часовъ утра: Метеорологическій бюллетень От $9^1/_2$ ч. до 10 ч. Новости изъ Вѣны, изъ за границы. Оффиціальныя сообщенія.

Отъ 10 ч. 10 м. до 10 ч. 30 м. Новости биржи.

„ 10 ч. 30 м. до 11 ч. Новости мѣстной прессы.

„ 11 ч. до 11 ч. 15 м. Различныя и финансовыя новости.

„ 11 ч. 15 м. до 11 ч. 30 м. Мѣстная и театральная хроника, спортъ.

Отъ 11 ч. 30 м. до 11 ч. 45 м. Биржа Вѣны.

„ 11 ч. 45 м. до 12 ч. Политическія сообщенія изъ провинціи и изъ заграницы.

Въ 12 часовъ. Указаніе времени и погоды.

Отъ 12 ч. до 12 ч. 30 м. Новости парламента, двора и арміи.

„ 12 ч. 30 м. до 1 ч. Курсъ биржи.

„ 1 часа до 2 час. Обзоръ наиболѣе интересныхъ журналовъ и утренніе новости.

Отъ 2 ч. до $2^1/_2$ ч. Заграничныя и различныя новости.

„ $2^1/_2$ ч. до 3 ч. Парламентъ, мѣстная хроника.

„ 3 ч. до 3 ч. 15 м. Послѣдній курсъ биржи.

„ 3 ч. 15 м. до 4 ч. Погода, парламентъ, театръ, мода, спортъ.

Отъ 4 ч. до 4 ч. 30 м. Обзоръ биржи.

„ 4 ч. 30 м. до 6 ч. 30 м. Военная музыка.

„ 7 ч. 30 м. до 8 ч. 15 м. Опера.

„ 8 ч. 15 м. или послѣ перваго акта оперы. Новости биржи Нью-Іорка, Франкфурта, Парижа, Берлина и другихъ главныхъ коммерческихъ центровъ.

Отъ 8 ч. 30 м. до 9 ч. 30 м. Опера.

Такого рода телефонная газета имѣетъ много преимуществъ передъ обыкновенной печатной. Она даетъ возможность слушать, напримѣръ, концертъ или театральное представленіе во время обѣда или игры въ карты. Лекторамъ, артистамъ и музыкантамъ предоставляется возможность передавать свои мысли и чувства передъ болѣе обширной аудиторіей, чѣмъ обыкновенно.

Время спектаклей и пріѣздъ знаменитостей объявляется отдѣльно. Спеціальный звонокъ призываетъ для выслушиванія особенно важныхъ событій.

Такая газета, сверхъ того, имѣетъ важное значеніе для пріемныхъ врачей, дантистовъ, парикмахерскихъ, кафе и ресторановъ. Она организуетъ также часто всевозможныя лекціи и концерты для дѣтей.

Абоненты могутъ по желанію абонироваться только на четырехмѣсячный срокъ.

Пріемный телефонъ каждаго абонента снабженъ двумя слуховыми трубками, такъ что одновременно могутъ слушать двое. Аппаратъ можетъ быть установленъ на какомъ угодно мѣстѣ: у изголовья кровати, передъ кушеткой, на каминѣ или на письменномъ столѣ.

Телефонъ-газета принимаетъ также объявленія. Они выкрикиваются между двумя сообщеніями. За 12 секундъ взимается около 80 коп.

Кромѣ того, новая газета обладаетъ еще однимъ неоспоримымъ преимуществомъ передъ печатной газетой: ею могутъ пользоваться слѣпые и безграмотные.

Инж.-элек. *П. Стабинскій.*

С.-Петербургъ.

Хроника.

1. *Техническое приготовленіе неона.* Клодъ недавно нашелъ способъ очищать жидкій воздухъ, который содержитъ въ себѣ кромѣ азота и кислорода, еще много другихъ газовъ, а именно: $^1/_{100}$ аргона, $^1/_{40000}$ неона, $^1/_{1000000}$ гелія и криптона, $^1/_{70000000}$ ксенона. Машина Клода работаетъ автоматически надъ раздѣленіемъ газовъ; сначала отбирается кислородъ, потомъ азотъ, а затѣмъ рѣдкіе и трудно сжижающіеся газы, которые и поступаютъ непрерывно въ особые газометры. Клодъ добываетъ теперь по 6 литровъ въ часъ почти чистаго неона. Спектръ неона считается красивѣйшимъ изъ всѣхъ извѣстныхъ спектровъ, наблюдаемыхъ въ трубкахъ Гейсслера.

Bulletin de l'Union des Physiciens, 1908, № 18, p. 45.

2. *Высшее число звуковыхъ колебаній, воспринимаемыхъ ухомъ.* По этому вопросу уже сдѣлано не мало изслѣдованій, которыя приводятъ къ довольно сильно отличающимся другъ отъ друга числамъ. Теперь имъ вновь занялся Ф. А. Шульце и на основаніи своихъ опытовъ съ свисткомъ Гальтона и съ колебаніями короткихъ струнъ онъ пришелъ къ очень низкимъ числамъ, а именно: 20000 колебаній въ секунду для лицъ средняго возраста и 16000 для престарѣлыхъ лицъ.

Beiblätter, 1908, p. 1174.

3. *Детекторъ де-Фореста.* Онъ состоитъ изъ бунзенской горѣлки, которая образуетъ одинъ его полюсъ, а пламя ея— другой; въ отвѣтвленіи помѣщается телефонъ съ соотвѣтственной батареей. Попадающія на этотъ детекторъ электромагнитныя волны дѣйствуютъ на телефонъ и выслушиваются ухомъ.

Lumière Électrique I, 1907, p. 186.

4. *Критическая скорость v.* Роза и Дорсей сдѣлали недавно новое опредѣленіе отношенія эл. стат. единицъ къ эл. магнит. по сравненію емкостей. Работая съ тремя конденсаторами шаровой и цилиндрической формы, они нашли окончательно

$$v = 2{,}9971 \,.\, 10^{10} \text{ см./сек.}$$

Zeitschrift f. Instrumentenkunde, 1908, p. 309.

5. *Опредѣленіе длины метра въ длинѣ свѣтовой волны.* Первое опредѣленіе этого рода было сдѣлано по идеѣ Майкельсона въ 1892—1893 г.г. въ Международномъ бюро мѣръ и вѣсовъ въ Парижѣ, и тогда нашли, что при 15° С., 760 мм. давленія для λ равной длинѣ волны красной линіи кадмія

$$1 \text{ м.} = 1{,}5531635\,\lambda, \quad \text{или } \lambda = 643{,}84722\ \mu\mu.$$

съ точностью до $^1/_{2000000}$ искомой величины.

Недавно Бенуа, Фабри и Перо вновь произвели эти измѣренія по новому методу и съ большею точностью. Изъ ихъ работъ оказалось, что при тѣхъ же условіяхъ

$$1 \text{ м.} = 1553164З\lambda \quad \text{или } \lambda = 643{,}84696\ \mu\mu,$$

но съ точностью до $^1/_{10000000}$ искомой величины. Символъ $\mu\mu$ означаетъ милліонныя доли миллиметра.

Zeitschrift f. Instrumentenkunde, 1908, p. 307.

6. *Очень чувствительный гигроскопъ.* Піоншонъ замѣтилъ, что сырое стекло хорошо проводитъ электрическій токъ, если его напряженіе равно приблизительно 100 вольтамъ. Этотъ токъ онъ наблюдаетъ съ чувствительнымъ гальванометромъ, а въ каче-

ствѣ проводящаго слоя стекла онъ выбираетъ отшлифованное сѣченіе стеклянной трубки, внутренняя и внѣшняя поверхности которой высеребрены и служатъ мѣстами соединенія съ гальванометромъ и батареей. Чувствительность этого способа такъ велика, что гальванометръ легко отмѣчаетъ влажность руки, помѣщенной на разстояніи 1 см. отъ края трубки.

L'Éclairage Électique, 1907, t. LI, № 19, p. 183.

7. *Къ исторіи динамомашины.* Изобрѣтателемъ динамомашины считаютъ Грамма, который въ 1869 году построилъ кольцо, извѣстное подъ его именемъ. Однако, потомъ было установлено, что еще раньше подобное кольцо сдѣлалъ Пачинотти. Теперь оказывается, что датчанинъ Соренъ Хіортъ (Sóren Hjorth) построилъ динамомашину еще раньше, а именно въ 1854—1855 годахъ. Свои машины Хіортъ выставилъ въ 1867 г. на Всемірной выставкѣ въ Парижѣ; недостатокъ средствъ помѣшалъ ему, однако, дать надлежащее развитіе этому важному изобрѣтенію, а въ 1871 г. онъ скончался.

L'Éclairage Électrique, 1907, t. LI, № 23, p. 148.

8. *Къ исторіи стоградуснаго термометра.* Ромпель и Ремори сообщаютъ на основаніи новыхъ данныхъ, что Цельзій въ 1742 году раздѣлилъ свой термометръ на сто частей, но обозначилъ нулемъ температуру кипѣнія, а числомъ сто—температуру таянія льда. Перемѣну этихъ чиселъ долго приписывали Штрёмеру и Академіи Наукъ въ Стокгольмѣ и относили ее къ 1750 году. Правильнѣе, однако, считать авторомъ этой замѣны Линея и отнести ее къ 1743 г. Интересно отмѣтить, что въ томъ-же 1743 году стоградусный термометръ съ современною характеристикою 0^0 и 100^0 былъ предложенъ Ліонскимъ врачемъ Христиномъ.

Beiblätter, 1908, p. 1215.

9. *Преміи.* Французская Академія присудила за 1908 г. премію Эберта *А. Блонделю* за его изслѣдованія электрической дуги и премію Юза—*М. Бриллуену* за его книгу о вязкости жидкостей и газовъ.

Стокгольмская Академія присудила премію Нобеля проф. *Г. Липпманну* въ Парижѣ.

Лондонское Королевское Общество присудило медаль Румфорда проф. *Г. А. Лоренцу* въ Лейденѣ и медаль Юза проф. *Е. Гольдштейну*.

The Nature, 2040, p. 136.

Императорская Академія Наукъ присудила Ломоносовскую премію въ 1000 руб. проф. *О. Д. Хвольсону* за его прекрасный „Курсъ физики“, который пріобрѣлъ себѣ всемірную извѣстность.

10. *Къ реформѣ нашей средней школы.* Комиссія подъ предсѣдательствомъ Л. А. Георгіевскаго уже закончила свои работы по вопросу о подготовкѣ педагогическаго персонала средней школы.

Для этого предположено учредить при нѣкоторыхъ гимназіяхъ особые одногодовые курсы, гдѣ лица, окончившія курсъ высшихъ учебныхъ заведеній, будутъ теоретически и практически изучать искусство преподаванія. Руководительство курсами возлагается на извѣстныхъ профессоровъ-педагоговъ и заслуженныхъ преподавателей. Въ число предметовъ преподаванія на курсахъ включаются, между прочимъ, дидактика, общая методика, психологія, училищевѣдѣніе и проч. Весьма широко будутъ организованы практическія занятія, разработка плановъ уроковъ на общихъ бесѣдахъ, преподаваніе пробныхъ уроковъ въ присутствіи всѣхъ профессоровъ и слушателей.

Въ скоромъ времени начинается работа особой Междувѣдомственной комиссіи при Министерствѣ для разсмотрѣнія проекта увеличенія содержанія преподавателямъ средней школы. Задержка происходитъ лишь изъ-за того, что до сихъ поръ въ комиссію не назначены представители отъ министерства финансовъ и государственнаго контроля. Согласно этому проекту, вознагражденіе за 12 основныхъ уроковъ устанавливается въ размѣрѣ 900 руб. Каждому преподавателю даннаго учебнаго заведенія предоставлено этимъ проектомъ право получить черезъ 15 лѣтъ службы, путемъ трехлѣтнихъ прибавокъ, высшій размѣръ основного вознагражденія въ 2,400 р. Въ настоящее время этотъ высшій размѣръ равенъ лишь 1,500 р., да и то получаетъ его въ каждой средней школѣ только одинъ преподаватель. Кромѣ 12 основныхъ уроковъ, учителя гимназій и реальныхъ училищъ могутъ, согласно проекту, имѣть не болѣе 18 дополнительныхъ уроковъ, съ опредѣленной разъ навсегда платою въ 75 руб. за урокъ. Теперь же дополнительный урокъ оплачивается лишь 60 рублями. Преподаватели, состоящіе одновременно и классными наставниками, не въ состояніи преподавать до 30 уроковъ въ недѣлю; поэтому предположено особое вознагражденіе за классное наставничество, въ размѣрѣ 1,200—1,500 руб., при непремѣн-

номъ, однако, условіи, чтобы преподаватель-наставникъ имѣлъ въ этомъ случаѣ всего отъ 12 до 18 уроковъ.

По окончаніи всѣхъ работъ касательно новыхъ штатовъ и подготовки хорошихъ учителей Министерство народнаго просвѣщенія приступитъ уже къ коренной переработкѣ всѣхъ учебныхъ программъ средней школы.

Библіографія.

1. *С. Щербаковъ.* Курсъ космографіи для среднихъ учебныхъ заведеній. Н.-Новгородъ. 1907. 220 стр. Ц. 1 р. 10 к.

Такъ какъ многіе интеллигентные люди, не избравшіе своей спеціальностью математики, на всю жизнь остаются съ тѣмъ запасомъ свѣдѣній по космографіи, какой они пріобрѣли въ средней школѣ, то ясно, какое важное значеніе имѣетъ тотъ учебникъ космографіи, по которому эта наука изучается въ средней школѣ. Книга Щербакова занимаетъ въ нашей отечественной литературѣ по космографіи видное мѣсто. По ясности и научности изложенія учебнику Щербакова слѣдуетъ отдать предпочтеніе передъ другими учебниками космографіи. Изложеніе предмета ведется авторомъ интересно, причемъ онъ избѣгаетъ выводовъ сложныхъ формулъ, которыя начинающему изучать космографію едва ли могутъ принести большую пользу. Книга напечатана двумя шрифтами. Въ гимназіяхъ, гдѣ на прохожденіе курса космографіи положенъ всего лишь одинъ урокъ въ недѣлю, достаточно пройти напечатанное крупнымъ шрифтомъ. Все же содержаніе учебника, напечатанное крупнымъ и мелкимъ шрифтами, можно пройти при 2-хъ недѣльныхъ урокахъ. Въ концѣ нѣкоторыхъ отдѣловъ курса помѣщены полезныя для лучшаго усвоенія курса задачи.

Въ заключеніе считаемъ нелишнимъ указать на слѣдующія, замѣченныя нами опечатки: на стр. 13 въ 17 строкѣ сверху напечатано: „уголъ PGN“, а должно быть „уголъ PCN“. На стр. 14 авторъ говоритъ: „солнце въ каждыя сутки перемѣщается между звѣздами къ востоку на 1^0“. Очевидно, надо сказать.... приблизительно на 1^0. На стр. 31 въ строкѣ 11 сверху

напечатано: „оптическая ось трубы опредѣляется линіей, соединяющей центръ окуляра съ перекресткомъ нитей", а должно быть: оптическая ось трубы опредѣляется прямой линіей. На стр. 69 въ строкѣ 18 снизу напечатано *M*, а должно быть *Mf*. На стр. 75 въ 13 строкѣ сверху напечатано *MBC*, а должно быть *MBS*. На стр. 77 въ 16 строкѣ снизу напечатано: „въ іюлѣ оно (созвѣздіе Оріона) скрыто въ лучахъ солнца"... а должно быть: „въ іюнѣ оно скрыто въ лучахъ солнца".

Указанныя здѣсь опечатки нисколько не умаляютъ приведенныхъ выше достоинствъ книги. *С. Черный.*

Варшава.

2. *D-r. Chr. Ries.* Die elektrischen Eigenschaften und die Bedeutung des S·lens für die Elektrotechnik. Berlin. Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker". 1908, p. 96. Preis 3 Mk.

Огромный интересъ, вызванный въ свое время открытіемъ дѣйствія свѣта на электропроводность селена, еще значительно усилился въ теченіе послѣднихъ лѣтъ, съ одной стороны, вслѣдствіе теоретической важности выясненія сущности происходящихъ въ селенѣ процессовъ, а съ другой стороны, вслѣдствіе широкаго примѣненія, которое селенъ уже нашелъ въ техникѣ. Въ числѣ техническихъ успѣховъ достаточно упомянуть примѣненія его къ фотометріи и телефоніи безъ проводовъ, а равно выдающійся успѣхъ передачи фотографій на разстояніе, осуществленной А. Корномъ (Физ. Обозр. 1907, стр. 88).

Число изслѣдованій, ежегодно появляющихся въ различныхъ изданіяхъ, весьма велико, и вслѣдствіе недостатка въ удовлетворительныхъ литературныхъ обзорахъ по этому вопросу приходилось неоднократно наталкиваться въ новыхъ работахъ на незнаніе ранѣе добытыхъ результатовъ. Книга X. Риса, кокорый, начиная съ 1902 года, самъ производилъ экспериментальныя изслѣдованія съ селеномъ, удовлетворяетъ поэтому назрѣвшей потребности.

При сравнительно небольшомъ объемѣ въ ней изложены достаточно полно какъ результаты теоретическихъ изслѣдованій надъ происходящими въ селенѣ процессами, такъ и важнѣйшія примѣненія селена въ электротехникѣ. Особенно цѣнной является систематическая сводка наблюденій, касающихся превращенія селена въ свѣточувствительную модификацію; она имѣетъ боль-

шое практическое значеніе для желающихъ работать съ селеномъ. Теоретическая часть вопроса, т. е. объясненіе свѣточувствительности селена, представлена въ книгѣ нѣсколько кратко. Рисъ объясняетъ это тѣмъ, что большинство предложенныхъ до сихъ поръ теорій опровергнуты позднѣйшими работами и что одной общепринятой теоріи пока не существуетъ.

Книга написана очень ясно и снабжена большимъ количествомъ поясняющихъ чертежей и рисунковъ. *А. Гольдманъ.*

3. *Oeuvres de Pierre Curie*, pulbiées par les soins de la Société française de Physique. Paris. Gauthier—Villars, 1908, p. XXII+691. Prix. 22 fr.

Въ моментъ трагической смерти Кюри мы дали очеркъ его личности и его научной дѣятельности (Физ. Обозрѣніе, 1906, стр. 219). Теперь намъ остается отмѣтить появленіе его трудовъ, изданныхъ въ одномъ большомъ томѣ, съ его портретомъ и съ біографическимъ очеркомъ, принадлежащимъ перу его супруги, г-жи Кюри. Всѣхъ работъ 61; онѣ относятся къ разнымъ отдѣламъ физики. Больше всего изслѣдованій приходится на радіоактивность (29) и на кристаллографію съ пиро и піэзоэлектричествомъ (15); но кромѣ того, тутъ имѣются мемуары по магнитизму, электричеству, свѣту, и нѣкоторые изъ нихъ посвящены теоріи и описанію нѣсколькихъ новыхъ измѣрительныхъ инструментовъ, какъ, напримѣръ, построенныхъ имъ вѣсовъ, электрометровъ и др.

Изданіе трудовъ Кюри есть лучшій памятникъ, который могло воздвигнуть Французское Физическое Общество надъ свѣжею могилою только что скрывшагося генія. Эта книга станетъ настольною и по ней будутъ учиться думать и работать молодыя поколѣнія физиковъ.

Очень трогательна повѣсть г-жи Кюри, и на нее мы обращаемъ наше особое вниманіе читателей.

Книга издана превосходно и въ заголовкѣ ея помѣщенъ очень хорошо исполненный геліогравюрный портретъ Кюри съ его автографомъ. *Г. Де-Метцъ.*

4. *Annuaire pour l'an 1909*, publié par le Bureau des Longitudes à Paris. Gauthier-Villars. Prix 1 fr. 50 c.

Книгоиздательство Г. Виллара (Quai des Grands-Augustins, 55), по примѣру прошлыхъ лѣтъ, выпустило „Ежегодникъ Бюро

долготъ на 1909 годъ". Въ этомъ объемистомъ трудѣ въ 941 страницу собраны очень цѣнныя данныя и таблицы, имѣющія отношенія къ астрономіи, физикѣ, химіи, инженерному искусству, географіи и статистикѣ. Въ концѣ приложены очень интересныя статьи: астронома Бигурдана „О перемѣнныхъ звѣздахъ", начальника французскаго геодезическаго управленія Лаллемана „О движеніяхъ и деформаціяхъ земной коры" и, кромѣ того, приложенъ некрологъ Жансена.

5. *Dr. W. Kaiser.* Physikalische Schülerübungen in den oberen Klassen. Leipzig, 1907, p. 47. M. 0.80

Книга Кайзера есть результатъ полуторагодовой его дѣятельности, какъ руководителя практическихъ занятій учениковъ оберъ-реальнаго училища въ Бохумѣ; она интересна въ томъ отношеніи, что составлена оригинально и примѣнительно къ нуждамъ и средствамъ средней школы. Въ ней мы встрѣчаемъ 145 задачъ на всевозможныя измѣренія, даже по элементамъ астрономіи, причемъ авторъ тщательно распредѣлилъ ихъ по отдѣламъ въ 21 группу. Выборъ задачъ не только обильный и разнообразный, но поучительный и доступный средствамъ каждаго физическаго кабинета. При каждой задачѣ сдѣлано краткое указаніе, при помощи какихъ именно приборовъ и приспособленій она можетъ быть выполнена. Книга Кайзера, очевидно, предназначена для учителя; она слишкомъ коротко написана, чтобы годиться въ качествѣ пособія для ученика; иногда даже и учитель можетъ пожалѣть, что авторъ пишетъ такъ сжато. Въ предисловіи сдѣлана ссылка на соотвѣтственную литературу, но указаны только нѣмецкія книги и статьи.

Г. Де-Метцъ.

6. *Dr. W. Leick.* Praktische Schülerarbeiten in der Physik. Leipzig, 1907, p. 44, M. 0. 80.

Книга д-ра Лейка отлично дополняетъ предъидущую; она трактуетъ о томъ-же интересномъ въ настоящее время вопросѣ, но написана она совершенно иначе. Лейкъ не даетъ сборника задачъ, но зато онъ дѣлится своими мыслями съ читателемъ по многимъ основнымъ вопросамъ, вытекающимъ изъ существа введенія практическихъ занятій по физикѣ въ среднюю школу. Его общая часть (p. 5–24) полна интереса; въ ней онъ знакомитъ читателя съ исторіей возникновенія практическихъ заня-

тій по физикѣ въ Германіи и съ тѣми методами, которые для этого до сихъ поръ были предложены. Въ этой-же части (р. 15—17) онъ даетъ подробный перечень задачъ для низшаго и высшаго концентровъ, составленныхъ имъ на основаніи списковъ, опубликованныхъ до этого времени различными преподавателями физики въ Германіи. Эта часть работы Лейка очень цѣнна и можетъ годиться при составленіи списка задачъ для даннаго заведенія, подобно только что разсмотрѣнному списку Кайзера и ранѣе опубликованнымъ въ Физическомъ Обозрѣнія спискамъ Де-Метца (1907 г., 98), Дельвалеза (1907 г., 258) и Массулье (1908 г. 169).

Во второй, спеціальной, части (р. 24—40) Лейкъ подробно излагаетъ только пять основныхъ задачъ: 1. Процессы при нагрѣваніи жидкостей. 2. Наиболѣе выгодные источники свѣта. 3. Законъ Біо и Савара. 4. Измѣреніе сопротивленій. 5. Измѣренія съ чечевицами. Но въ этомъ изложеніи чувствуется сила автора. Видно, что онъ глубоко продумалъ каждый свой вопросъ, во всей его ширинѣ, и постарался провести за собою ученика по трудному, но благодарному пути размышленія и разносторонняго наблюденія. Вмѣстѣ съ тѣмъ Лейкъ старается все время держаться въ рамкахъ знаній и средствъ средней школы. Книга заканчивается обширными литературными указаніями. *Г. Де-Метцъ.*

7. *Prof. E. Grimsehl.* Ausgewählte physikalishe Schülerubungen. Leipzig, 1906, p. 42, M.

Имя проф. Гримзеля пользуется такою заслуженною извѣстностью, онъ столько сдѣлалъ для введенія практическихъ занятій по физикѣ, что его книгѣ слѣдуетъ придать особое значеніе. Можно только пожалѣть, что въ ней описаны не всѣ тѣ задачи, около 60—70, которыя уже наложены имъ въ оберъреальномъ училищѣ auf der Uhlenhorst, въ Гамбургѣ, а только часть ихъ. Онъ описалъ здѣсь 14 задачъ: 1. Измѣреніе длины свѣтовой волны помощью зеркалъ Френеля. 2. То-же помощью диффракціи отъ тонкой проволоки. 3. То-же помощью Ньютоновыхъ колецъ. 4. Измѣреніе радіуса кривизны выпуклой чечевицы оптическимъ пріемомъ. 5. Измѣреніе угла поляризаціи стеклянной пластинки. 6. Параллельные поляризаторы. 7. Скрещенные поляризаторы. 8. Поляризаціонный аппаратъ,

9. Наблюденія съ нимъ. 10. Опредѣленіе магнитной массы въ полюсѣ вязальной иглы. 11. Измѣреніе горизонтальной составляющей земного магнитизма. 12. Опредѣленіе поверхностнаго натяженія. 13. Опредѣленіе фокуснаго разстоянія выпуклой чечевицы. 14. То-же вогнутой чечевицы.

Обзоръ этихъ задачъ наглядно показываетъ, что германская средняя школа идетъ значительно впереди нашей. Большинство изъ разбираемыхъ здѣсь задачъ для нашей средней школы не годится по своей трудности; онѣ были бы умѣстны въ лабораторіяхъ нашей высшей школы. Эти задачи очень интересно поставлены; всѣ снаряды сработаны просто, а результаты вполнѣ научны. Книга проф. Гримзеля можетъ служить образцомъ того, чего можно при желаніи достигнуть въ вопросѣ объ упрощеніи и удешевленіи физическихъ приборовъ, не принося при этомъ въ жертву научныхъ интересовъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ она показываетъ, съ какою ловкостью авторъ пользуется извѣстными ему явленіями и вычисленіями, чтобы придать каждой задачѣ наибольшую ясность и простоту.

Г. Де-Метцъ.



Выставка физическихъ приборовъ.

Съ 12 по 27 сего февраля открывается выставка физическихъ приборовъ въ Лукьяновскомъ Народномъ домѣ въ г. Кіевѣ. Эту выставку устраиваютъ фирмы Мейзера и Мертига изъ Дрездена и Фолькмара изъ Лейпцига, задавшіяся цѣлью познакомить нашихъ преподавателей съ приборами, которые они строятъ въ настоящее время для нуждъ средней и низшей школъ.